МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ІНЖЕНЕРНИЙ НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ ім. Ю.М. ПОТЕБНІ

КАФЕДРА МІСЬКОГО БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

магістра

на тему: **«Дослідження гідравлічних характеристик мережі з урахуванням умов її живлення»**

Виконав: магістрант 2 курсу, група 8.1923-вв-дн
спеціальності 192 Будівництво та цивільна інженерія освітньо-професійної програми «Водопостачання та водовідведення»
Єфимчук Сергій Сергійович

Керівник: доцент кафедри міського будівництва і архітектури, канд. техн. наук _____ О. Г. Добровольська

Рецензент: завідувач кафедри міського будівництва і архітектури, канд. техн. наук _____ А. В. Банах

Запоріжжя
2025

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Інженерний навчально-науковий інститут ім. Ю. М. Потебні

Кафедра міського будівництва і архітектури
Рівень вищої освіти магістр
Спеціальність 192 Будівництво та цивільна інженерія
Освітньо-професійна програма водопостачання та водовідведення

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри _____

«07» 02 2025 року

ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ МАГІСТРАНТУ

Єфимчуку Сергію Сергійовичу
(прізвище, ім'я, по-батькові)

1. Дослідження гідравлічних характеристик вихрових вузлів з урахуванням різних їх компоновок.
2. Строк подання роботи: 06.02.2025
3. Вихідні дані до роботи: *Геометрія об'єкту дослідження (див. додаток), місця роботи, об'єкти дослідження, предмет дослідження, сучасні методи виконання досліджень.*

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, що належить розробити): РОЗДІЛ 1. ПРОБЛЕМИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ КОМУНАЛЬНИХ ПІДПРИЄМСТВ. 1.1 Актуальні проблеми функціонування комунального підприємства. 1.2 Аналіз застосування різних видів насосного обладнання в системах водопостачання. 1.3 Особливості роботи систем водопостачання з регульованими та нерегульованими насосами. 1.4 Перспективи розвитку комунальних підприємств. 1.5 Задачі кваліфікаційної роботи. РОЗДІЛ 2. РОЗРАХУНОК ПРОДУКТИВНОСТІ МЕРЕЖІ ТРАНСПОРТУВАННЯ ВОДИ. 2.1 Аналіз умов водопостачання міста. 2.2 Розрахунок витрат води. 2.3 Обґрунтування режиму водоспоживання міста. 2.4 Обґрунтування режиму роботи насосної станції II підйому. РОЗДІЛ 3. АНАЛІЗ ВПЛИВУ УМОВ ЖИВЛЕННЯ МЕРЕЖІ НА ЇЇ ГІДРАВЛІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ. 3.1. Методика дослідження. 3.2 Аналіз існуючих схем водопровідної мережі з урахуванням різних умов її живлення. 3.3 Гідравлічний розрахунок водопровідної мережі. 3.4 Аналіз п'єзометричних позначок і вільних напорів у вузлах мережі. 3.5 Гідравлічний розрахунок мережі з урахуванням зміни пропускної здатності її ділянок. 3.6 Аналіз п'єзометричних позначок з урахуванням зміни пропускної здатності ділянок. 3.7 Розрахунок водоводів та визначення висоти стовпчику водонапірної башти. 3.8 Визначення вузлів з недостатніми напорами та вузлу зон з недостатніми напорами. 3.9 Розробка насосної станції другого підйому. РОЗДІЛ 4 РОЗРАХУНОК ВОДОЗАБІРНИХ СПОРУД. 4.1 Розрахунок водозабірних споруд з поверхневого джерела для варіантів живлення мережі за схемами А та Б. 4.2 Розрахунок водозабірних споруд з підземного джерела для варіанту живлення мережі за схемою В. РОЗДІЛ 5. ТЕХНІКО-

ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ. 5.1 Обґрунтування та планування капітальних витрат. 5.2 Планування поточних витрат. 5.3 Планування ціни послуг водопостачання. Висновки.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)
1.Генплан об'єкта дослідження 2. Вихідні схеми мережі.3,4. П'єзометричні карти.5,6. П'єзометричні лінії. 7.Висотна схема. 8.Насосна станція другого підйома.

Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1	Добровольська О.Г., к.т.н., доцент		
2	Добровольська О.Г., к.т.н., доцент		
3	Добровольська О.Г., к.т.н., доцент		
4	Добровольська О.Г., к.т.н., доцент		
5	Добровольська О.Г., к.т.н., доцент		

7. Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Виконання	Примітка
1	Розділ 1. *ПРОБЛЕМИ ТА ПЕРЕСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ КОМУНАЛЬНИХ ПІДПРИЄМСТВ.*	01.10. 24	
2	*РОЗДІЛ 2. РОЗРАХУНОК ПРОДУКТИВНОСТІ МЕРЕЖІ ТРАНСПОРТУВАННЯ ВОДИ.* Лист 1.	20.10.24	
3	*РОЗДІЛ 3. АНАЛІЗ ВПЛИВУ УМОВ ЖИВЛЕННЯ МЕРЕЖІ НА ЇЇ ГІДРАВЛІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ*	15.11.24	
4	Листи 2,3.	24.12.24	
	РОЗДІЛ 4 РОЗРАХУНОК ВОДОЗАБІРНИХ СПОРУД.	17.01.25	
5	Листи 4,5,6.	25.01.25	
6	*РОЗДІЛ 5. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ.* Листи 7-8.	01.02.25	
10	Презентація підготовка доповіді.	06.02.25	

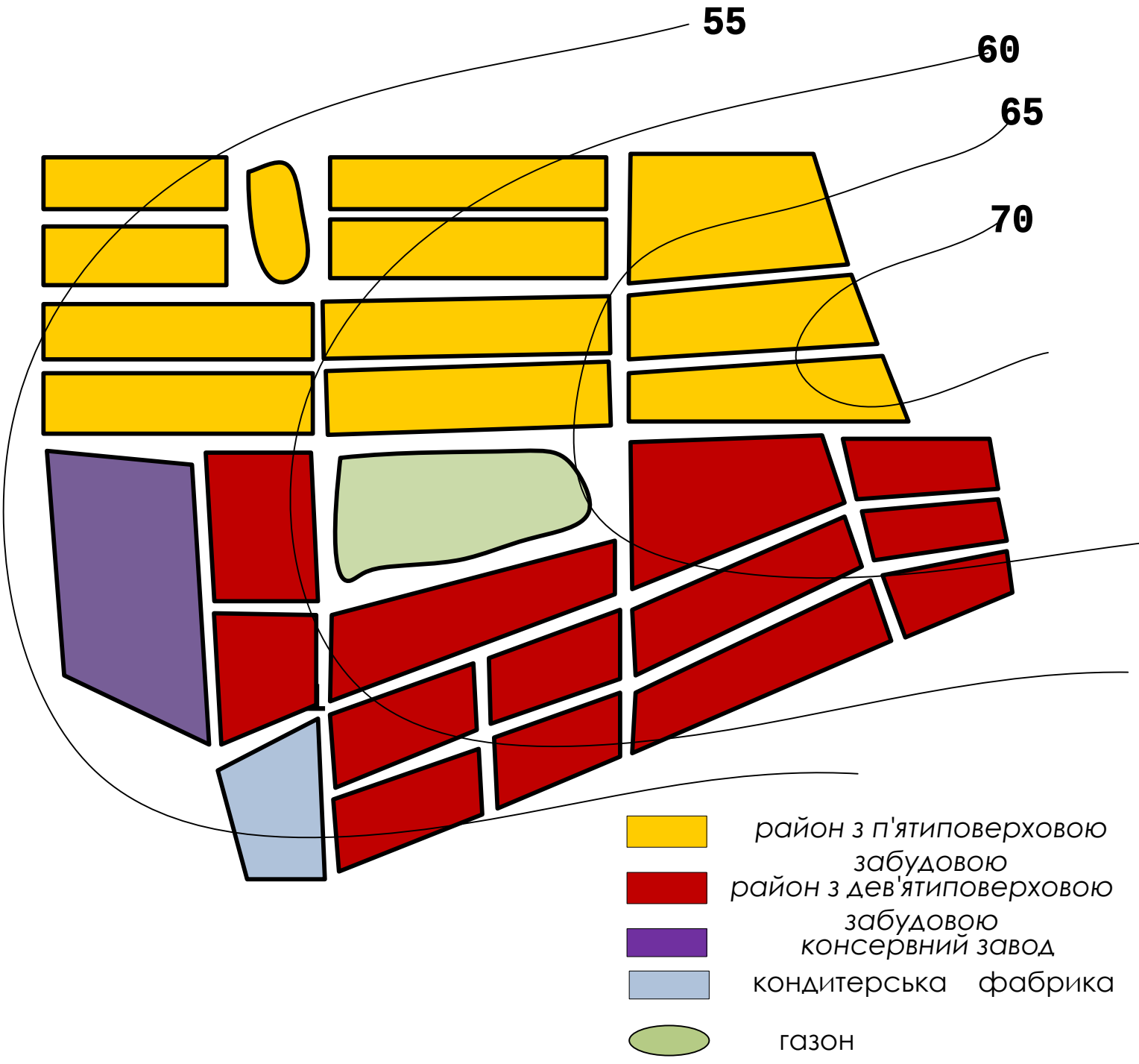
Студент _____ С.С. Єфимчук
(підпис) (ініціали та прізвище)

Керівник роботи _____ О.Г. Добровольська
(підпис) (ініціали та прізвище)

Нормоконтроль пройдено

Нормоконтролер _____ О.В. Гребенюк
(підпис) (ініціали та прізвище)

ГЕНПЛАН МІСТА
М1:10000



АНОТАЦІЯ

Єфімчук С.С. Дослідження гідравлічних характеристик мережі з урахуванням умов її живлення.

Кваліфікаційна випускна робота для здобуття ступеня вищої освіти магістра за спеціальністю 192 – будівництво та цивільна інженерія. Науковий керівник – Добровольська Оксана Григорівна, Запорізький національний університет. Інженерний навчально-науковий інститут ім. Ю. М. Потебні. Кафедра міського будівництва і архітектури, 2025 р.

Проведено аналіз гідравлічних характеристик мережі та формування зон з недостатнім та надмірним тиском у водопровідній мережі з урахуванням пропускної здатності окремих ділянок та умов надходження води. Розроблено методику та надано рекомендації стосовно результатів моделювання гідравлічних режимів роботи мережі для визначення місць розташування контрольних вузлів.

Ключові слова: ГІДРАВЛІЧНІ ПАРАМЕТРИ; ПРОПУСКНА ЗДАТНІСТЬ ДІЛЯНОК; УМОВИ НАДХОДЖЕННЯ ВОДИ; ВІЛЬНІ НАПОРИ; НЕДОСТАТНІ ТИСКИ; ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ.

ANNOTATION

Yefimchuk S.S. Research of hydraulic characteristics of the network taking into account the conditions of its supply.

Qualification final work for obtaining a master's degree in specialty 192 - construction and civil engineering. Scientific advisor - Dobrovolska Oksana Hryhorivna, Zaporizhzhia National University. Engineering Educational and Scientific Institute named after Yu. M. Potebnia. Department of Urban Construction and Architecture, 2025.

Analysis of the hydraulic characteristics of the network and the formation of zones with insufficient and excessive pressure in the water supply network was carried out, taking into account the throughput of individual sections and the

conditions of water supply. A methodology was developed and recommendations were given regarding the results of modeling the hydraulic modes of the network to determine the locations of control nodes.

Keywords: HYDRAULIC PARAMETERS; PERMEABILITY OF SITES; CONDITIONS OF WATER INCOMING; FREE HEADS; INSUFFICIENT PRESSURES; TECHNICAL AND ECONOMIC SUBSTANTIATION.

ЗМІСТ

ВСТУП……..10
РОЗДІЛ 1. ПРОБЛЕМИ ТА ПЕРЕСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ КОМУНАЛЬНИХ ПІДПРИЄМСТВ……13
1.1 Актуальні проблеми функціонування комунального підприємства.……13
1.2 Аналіз застосування різних видів насосного обладнання в системах водопостачання…….15
1.3 Особливості роботи систем водопостачання з регульованими та нерегульованими насосами…….17
1.4 Перспективи розвитку комунальних підприємств……23
1.5 Задачі кваліфікаційної роботи……25
РОЗДІЛ 2. РОЗРАХУНОК ПРОДУКТИВНОСТІ МЕРЕЖІ ТРАНСПОРТУВАННЯ ВОДИ…….26
2.1 Аналіз умов водопостачання міста……26
2.1.1 Аналіз умов надходження води в мережу……..26
2.1.2 Обгрунтування схеми системи водопостачання міста……..27
2.2 Розрахунок витрат води……..…….28
2.2.1 Визначення добових розрахункових витрат води……..28
2.2.2 Визначення витрати води на господарсько-питні потреби міста…….29
2.2.3 Визначення витрати води на полив вулиць и зелених насаджень……30
2.2.4 Визначення витрати води на виробничі потреби……..30
2.2.5 Визначення витрати води на пожежогасіння для міста та промислових підприємств……32
2.3 Обгрунтування режиму водоспоживання міста……34
2.4 Обгрунтування режиму роботи насосної станції II підйому……39
РОЗДІЛ 3. АНАЛІЗ ВПЛИВУ УМОВ ЖИВЛЕННЯ МЕРЕЖІ НА ЇЇ ГІДРАВЛІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ……..…41
3.1. Методика дослідження……..……41
3.2 Аналіз вихідних схем водопровідної мережі з урахуванням різних умов її живлення……41

3.3 Гідравлічний розрахунок водопровідної мережі…….42
3.4 Аналіз п’єзометричних позначок і вільних напорів у вузлах мережі……49
3.5 Гідравлічний розрахунок мережі з урахуванням зміни пропускної здатності її ділянок…….50
3.6 Аналіз п’єзометричних позначок з урахуванням зміни пропускної здатності ділянок……...…50
3.7 Розрахунок водоводів та визначення висоти стовбуру водонапірної башти……...…50
3.8 Визначення вузлів з недостатнім напором та площу зон з недостатнім напором……...…54
3.9 Розробка насосної станції другого підйому……..55
3.9.1 Визначення діаметрів всмоктувальних і напірних водоводів……..55
3.9.2 Визначення розрахункового напору насосів…….56
3.9.3 Підбір насосів та електродвигунів до них……..58
3.9.4 Розрахунок режиму роботи насосної станції при пожежогасінні……59
3.9.5 Визначення позначок вісі насосу і підлоги насосної станції……61
3.9.6 Визначення висоти машинного залу та вибір підіймального обладнання…….61
3.9.7 Аналіз режиму роботи насосів і уточнення їх робочих характеристик…62
РОЗДІЛ 4 РОЗРАХУНОК ВОДОЗАБІРНИХ СПОРУД……..…64
4.1 Розрахунок водозабірних споруд з поверхневого джерела для варіантів живлення мережі за схемами А та Б……..……64
4.1.1 Характеристика джерела водопостачання таі умов прийому вод……...…64
4.1.2 Розрахунок руслового режиму ріки……64
4.1.3 Вибір і обґрунтування типу водозабірних споруд……66
4.1.4 Розрахунок елементів водозабірних споруд…….……67
4.1.5 Розрахунок головного і допоміжного обладнання насосної станції І-го підйому……...71
4.1.6 Визначення розмірів водозабору……75

4.1.7 Санітарна охорона водозабірної споруди……...…77
4.2 Розрахунок водозабірних споруд з підземного джерела для варіанту живлення мережі за схемою В…….……78
4.2.1 Оцінка якості води……78
4.2.2 Заходи щодо поліпшення якості води……79
4.2.3 Обґрунтування кількості та схеми розташування водозабірних свердловин…….…79
4.2.4 Обґрунтування конструкції водозабірних свердловин та їх обладнання.80
4.2.5 Зони санітарної охорони……..…81
РОЗДІЛ 5. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ…….83
5.1 Обґрунтування та планування капітальних витрат……..…83
5.2 Планування поточних витрат……87
5.3 Планування ціни послуг водопостачання……93
ВИСНОВКИ……..……..….95
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ……...…….96
ДОДАТОК А…….……...100
ДОДАТОК Б……..…….108
ДОДАТОК В…….……116

ВСТУП

Актуальність теми кваліфікаційної роботи.

Сучасний стан водопровідно-каналізаційних господарств більшості міст України характеризується нестачею фінансових ресурсів, необхідних для належного функціонування та обслуговування систем водопостачання та водовідведення, а також незадовільним технічним станом споруд. При проєктуванні або реконструкції водопровідних мереж міст і населених пунктів постає завдання вибору оптимальних рішень для забезпечення ефективного водопостачання, зокрема визначення місць розташування насосних станцій і конфігурації мережі.

Мережі транспортування води є найбільш енергомістким компонентом системи водопостачання, що впливає на надійність та економічність роботи всього комплексу подачі та розподілу води. Відбудова критичної інфраструктури в Україні спрямована на відновлення зруйнованих мереж, реконструкцію та підвищення ефективності роботи наявних мереж, стан яких характеризується значним зношенням, низькою продуктивністю та високою аварійністю.

Вибір оптимальної структури мережі є ключовим кроком у вдосконаленні їхньої роботи. Важливо враховувати зміни умов живлення, мінімізувати ризики, а також прогнозувати динаміку вузлових тисків на етапі проєктування. Моделювання ситуацій, що виникають через зміни стану мереж і умов їх експлуатації, дозволяє оптимізувати роботу системи вже на стадії її проєктування.

Об’єкт дослідження – кільцева магістральна водопровідна мережа населеного пункту, яка складається з 13 контурів продуктивністю 46000 $м^3$/добу та поверховістю забудови у 9 і 5 поверхів.

Предмет дослідження – моделювання способів живлення мережі, аналіз гідравлічних параметрів мережі транспортування води та значень тиску в її вузлах з урахуванням умов живлення та пропускної здатності ділянок.

Мета дослідження – розробка рекомендацій стосовно будівництва, реконструкції та модернізації водопровідних мереж за результатами аналізу гідравлічних параметрів функціонування мережі роботи з урахуванням умов її живлення.

Задачі дослідження:

– сформувати розрахункову схему водопровідної мережі;

– виконати моделювання змін у живленні мережі;

– провести гідравлічні розрахунки за умов нормальної роботи мережі;

– виконати моделювання змін пропускної здатності окремих ділянок;

– провести гідравлічні розрахунки мережі з урахуванням пропускної здатності ділянок за різних умов живлення;

– розрахувати п’єзометричні карти;

– проаналізувати динаміку вузлових тисків за різних умов живлення;

– розробити рекомендації стосовно проєктування водопровідних мереж з урахуванням змін гідравлічних режимів їх роботи.

Методи дослідження. У процесі досліджень та обробки отриманих даних застосовано методи математичного та комп’ютерного моделювання, а також методи гідравлічних розрахунків водопровідних мереж.

Практичне значення отриманих результатів. Результати проведених гідравлічних і техніко-економічних розрахунків можуть бути застосовані для відновлення та реконструкції пошкодженої інфраструктури міст, постраждалих унаслідок воєнних дій.

Апробація роботи. Головні положення доповідались на І Міжнародній науково-практичній конференції «Інженерні інновації та розбудова національної економіки» Інженерного навчально-наукового інституту ім. Ю. М. Потебні Запорізького національного університету 09–10 травня 2024 року [1].

Структура та обсяг роботи. Робота складається із вступу, 5 розділів, висновків, списку використаних джерел. Робота викладена на сторінках, містить таблиць, рисунків, додатків , джерел.

РОЗДІЛ 1. ПРОБЛЕМИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ КОМУНАЛЬНИХ ПІДПРИЄМСТВ

1.1 Актуальні проблеми функціонування комунального підприємства

Комунальне підприємство — це підприємство, засноване на комунальній власності територіальної громади, або таке, у статутному капіталі якого частка комунальної власності територіальної громади становить 50% чи більше [2]. Ефективна робота комунальних підприємств впливає на економічний розвиток регіонів і країни загалом, адже їх діяльність спрямована на забезпечення життєдіяльності громад та територій. Тому актуальним є аналіз діяльності підприємств комунальної власності, тенденцій зміну кількості комунальних підприємств в Україні та її регіонах, розгляд показників їх фінансового стану та джерел фінансування. Вагомим фактором у їх діяльності є рівень державної підтримки цієї галузі та внесок комунальних підприємств у формування доходів місцевих бюджетів [3]. В роботі [4] були акцентовані основні проблеми, пов’язані з прозорістю та підзвітністю комунальних підприємств, і запропоновано такі підходи до їх вирішення: забезпечення підзвітності та прозорості в їх діяльності, а також повне оприлюднення публічної інформації та відповідних даних; обов’язкове оприлюднення фінансових планів і звітів про їх виконання із деталізацією джерел формування власних, залучених і позикових фінансових ресурсів; вдосконалення законодавчих та нормативно-правових актів, що регулюють діяльність комунальних підприємств, та розробка стратегії їх розвитку. Отже, комунальні підприємства стикаються з рядом викликів, які впливають на їхню ефективність і стабільність. Серед основних проблем можна виокремити наступні.

Однією з основних проблем є застаріла матеріально-технічна база [5]. Більшість комунального обладнання, зокрема в системах водопостачання, не оновлювалось десятиліттями, що призводить до частих аварій та збільшення

витрат на ремонт. Зокрема, обладнання, яке використовується на комунальних підприємствах, застаріло і потребує заміни на більш сучасне та ефективне.

Другою важливою проблемою є недостатній рівень фінансування [6]. Обмеженість бюджетних коштів не дозволяє здійснювати необхідні інвестиції у модернізацію інфраструктури. Багато підприємств працюють у збиток, що зумовлює накопичення боргів та нестабільність функціонування. За даними [7] сукупний збиток 6 947 проаналізованих комунальних підприємств у довоєнний період становив близько 9,8 млрд грн, причому понад третина з них працювали зі збитками. Крім того, комунальні підприємства демонструють нижчу прибутковість порівняно з державними та приватними. Рентабельність власного капіталу (ROE) була близькою до нуля у 34% комунальних підприємств, тоді як серед інших підприємств цей показник становив лише 18%.

В Україні діяльність комунальних підприємств здійснюється відповідно до закону [8]. В багатьох європейських країнах організація та забезпечення доступу до комунальних послуг є виключною компетенцією місцевих органів влади. Вони можуть самостійно надавати ці послуги шляхом створення комунальних підприємств або використання внутрішніх департаментів, а також делегувати їх виконання третім сторонам через тендерні процедури.

Наприклад, у Румунії відповідно до Закону №215/2001, місцева влада має право створювати комунальні підприємства, здійснювати моніторинг, контроль і аналіз їхньої діяльності, а також призначати і звільняти керівників. Закон №51/2006 визначає правові та інституційні рамки, цілі, повноваження та інструменти, необхідні для створення, організації, управління, фінансування, функціонування, моніторингу та контролю за постачанням комунальних послуг [7].

У багатьох випадках комунальні підприємства працюють за застарілими схемами, які не враховують сучасні реалії. Відсутність впровадження інноваційних технологій та низька кваліфікація персоналу також є стримуючими факторами розвитку. Окрім вищезазначеного, існує проблема

взаємодії комунальних підприємств із місцевими громадами. Часто споживачі висловлюють невдоволення через низьку якість послуг або непрозорість тарифів. Відсутність комунікації між підприємством і населенням поглиблює цю проблему, що ускладнює вирішення конфліктних ситуацій.

Екологічний аспект також залишається нагальним. Забруднення водних ресурсів, нераціональне використання природних ресурсів та відсутність сучасних очисних споруд створюють додаткові ризики для довкілля та населення Сучасні стандарти вимагають від підприємств дотримання екологічних норм, що часто вимагає додаткових витрат. Наприклад, управління твердими побутовими відходами (ТПВ) охоплює низку функцій [7]:

- забезпечення санітарного стану міської території (зокрема, прибирання випадкового сміття);
- обслуговування інфраструктури для збору відходів (урни, контейнери, пункти переробки тощо);
- транспортування відходів на полігони або станції переробки;
- експлуатація полігонів і переробних станцій.

Отже, діяльність комунальних підприємств – це не лише постачання води та належна організація каналізування, а й забезпечення гідного рівня життя, сталий розвиток населених пунктів, формування культури раціонального споживання води, оптимізація витрат та збереження природних водних ресурсів тощо.

1.2 Аналіз застосування різних видів насосного обладнання в системах водопостачання

Останніми роками зростає інтерес до ефективного та екологічного управління, оскільки технологічні системи споживають значні обсяги невідновлюваної енергії. Вагому частину загального споживання електроенергії складають насосні установки. Витрати на електроенергію,

необхідну для перекачування води, становлять суттєву частку експлуатаційних витрат підприємств. У сучасних умовах енергоефективність таких систем стає все більш важливою, випереджаючи навіть політичний та екологічний тиск на скорочення енергоспоживання. Насосні системи споживають близько 20% світової електроенергії, що використовується електродвигунами, і до 60% від загального споживання електроенергії на окремих об’єктах.

Ефективність систем водопостачання значною мірою залежить від якості та типу застосовуваного насосного обладнання.

До основних показників роботи насосного обладнання слід віднести наступні:

– енергетитчна ефективність, тобто коефіцієнт корисної дії (ККД);

– значне розмежування напорів і подач;

– антиковітаційні характеристики;

– ресурс до капітального ремонту (без заміни основних компонентів і збереження параметрів працездатності та зазначених характеристик);

– довговічність або термін служби;

– питома металоємність;

– віброакустичні показники.

Отже, очевидною є необхідність впровадження нових проектних та конструкторських рішень під час модернізації існуючого насосного обладнання.

Основними видами насосів, що використовуються в комунальних підприємствах, є відцентрові, гвинтові, діафрагмові та вихрові насоси.

Відцентрові насоси є найбільш поширеним вибором завдяки їхній простоті конструкції, надійності та високій продуктивності. Вони підходять для транспортування чистої води та рідин із низьким вмістом твердих домішок. Проте їхній коефіцієнт корисної дії (ККД) знижується при роботі на низьких обертах або в умовах значних перепадів тиску.

Гвинтові насоси застосовуються для перекачування рідин із високим вмістом домішок, таких як стічні води. Їхня перевага — висока стійкість до зношування та можливість роботи в агресивних середовищах. Проте висока вартість обслуговування обмежує їх використання.

Діафрагмові насоси є оптимальним вибором для транспортування хімічно активних рідин завдяки герметичності конструкції. Вони забезпечують точність дозування, але мають обмежену продуктивність.

Вихрові насоси використовуються для перекачування невеликих обсягів рідин під високим тиском. Їхнє застосування є доцільним у випадках, коли необхідно забезпечити високий тиск у системі при мінімальних витратах енергії.

Основними напрямками модернізації насосів є [9]: періодична заміна матеріалів проточних частин через механічний знос поверхонь, що труться, а також розвиток ерозійних і корозійних процесів; розробка конструкцій з підвищеною одиничною потужністю для зменшення габаритів агрегату та забезпечення зручного компонування в машинному залі ТЕЦ; компенсація осьових сил; досягнення максимальних антикавітаційних властивостей; контроль температурних деформацій; полегшення процесу обслуговування, зниження рівня шуму та підвищення екологічності.

Окрім традиційного обладнання, дедалі ширше застосування знаходять насоси з інтелектуальними системами керування. Вони дозволяють автоматизувати процес роботи, оптимізуючи енергоспоживання та забезпечуючи стабільність системи навіть за змінних умов.

1.3 Особливості роботи систем водопостачання з регульованими та нерегульованими насосами

Системи водопостачання можуть функціонувати з використанням регульованих та нерегульованих насосів, кожен із яких має свої особливості. Нерегульовані насоси працюють з постійною швидкістю, що призводить до

стабільного тиску в системі. Проте така схема не враховує змін у споживанні води, що може викликати перевитрати енергії або недостатній тиск у пікові періоди.

Регульовані насоси обладнані частотними перетворювачами, які дозволяють змінювати швидкість обертання двигуна залежно від потреби. Це забезпечує оптимальне використання енергоресурсів, знижує зношування обладнання та покращує якість обслуговування споживачів. Основними перевагами регульованих насосів є їхня енергоефективність, зменшення гідроударів у системі та можливість точного регулювання параметрів роботи.

Для підтримки заданого режиму роботи насосних систем під час зміни умов експлуатації необхідно здійснювати регулювання їх роботи. Це завдання можна поділити на дві тенденції: оптимізація гідравлічних режимів функціонування обладнання та вдосконалення енергетичної ефективності роботи обладнання насосних систем.

Відсутність регулювання або використання методів налаштування гідравлічних режимів є причиною значних втрат електроенергії та зниження ресурсу обладнання. У цьому випадку складно забезпечити оптимальну роботу помпового обладнання, одночасно підтримуючи необхідний напір у трубопроводі та ефективне споживання електроенергії. Єдиний спосіб досягти всіх цих цілей — це регулювання шляхом зміни частоти обертання валу електроприводу.

Нижче на рис. 1.1 представлені орієнтовні характеристики H-Q одного й того ж електродвигуна, що працює в системі, регульованій зазначеними вище методами [10].

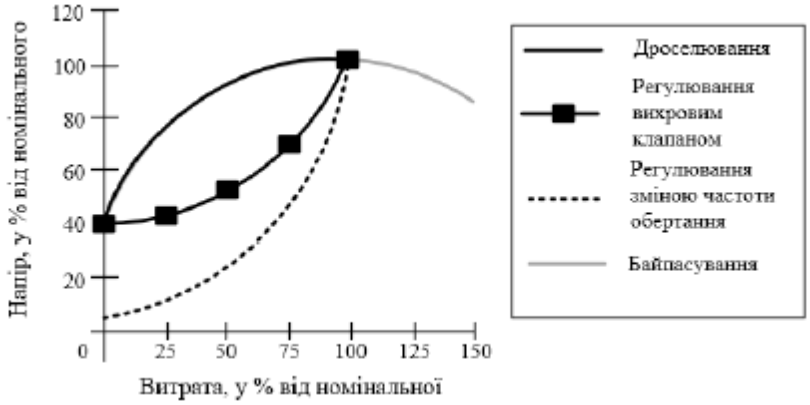


Рисунок 1.1 – Характеристики роботи насосного обладнання

При використанні цього методу забезпечується стабільний напір (тиск) у водопровідні системі, незалежно від зміни витрати води.

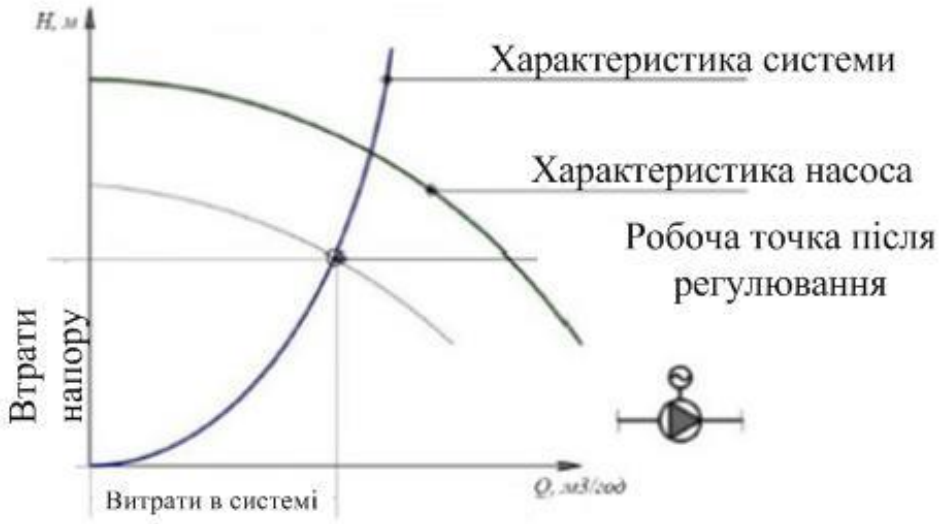


Рисунок 1.2 – Регулювання частоти обертів

Отже, при мінімальному водоспоживання води в систему (протягом нічного періоду доби) обладнання експлуатується на низькій швидкості, достатній лише для підтримки номінального тиску, не споживаючи зайвої електроенергії. У разі збільшення водоспоживання швидкість обертання електродвигуна пропорційно зростає, що компенсує підвищення витрати води та підтримує тиск на необхідному рівні.

Регулювати тиск можна також із застосуванням додаткового насосного обладнання [11]. Коли споживання води збільшується (наприклад, у вечірній

час при водопостачанні житлового будинку) і потужностей одного насоса стає недостатньо, вмикається додатковий насос через пристрій плавного пуску (ППП). Основний насос продовжує працювати в режимі регулювання тиску. Коли споживання води зменшується (вночі), швидкість обертання основного насоса знижується, нерегульований додатковий насос вимикається, і знову працює тільки один насос.

Автоматизація насосних агрегатів здійснюється за допомогою різних методів і алгоритмів управління насосами, зокрема: [11]:

– із перетворювачами частоти;

– із пристроями плавного пуску;

– з комбінованим використанням частотних перетворювачів та пристроїв плавного пуску;

– з регулюванням за допомогою одного або кількох перетворювачів одночасно;

– із резервними насосами;

– з контролем нульової витрати;

– з контролем максимальної кількості одночасно працюючих насосів;

– з контролем рівномірного навантаження насосних агрегатів тощо. Схема автоматизації насосних агрегатів з перетворювачем частоти представлена на рис. 1.3 [9, 12].

Використовуючи перетворювачі частоти [13], можна збільшити частоту обертання насосів понад номінальну, що дозволяє підвищити їхню потужність.

Неправильний підбір характеристик насосних агрегатів або неконтрольовані алгоритми керування можуть призвести до певних негативних наслідків, що буде продемонстровано графічно на основі власних досліджень ефективності роботи насосних станцій водоканалів України [14].



Рисунок 1.3 – Автоматизована система керування насосним обладнанням

На рис. 1.4 показано характеристику зміни фактичного ККД на діючій насосній станції, яка згідно з попередніми розрахунками перевитрачає близько 3,9 млн кВт×год на рік, що складає 55,3% від загального споживання електроенергії [14].

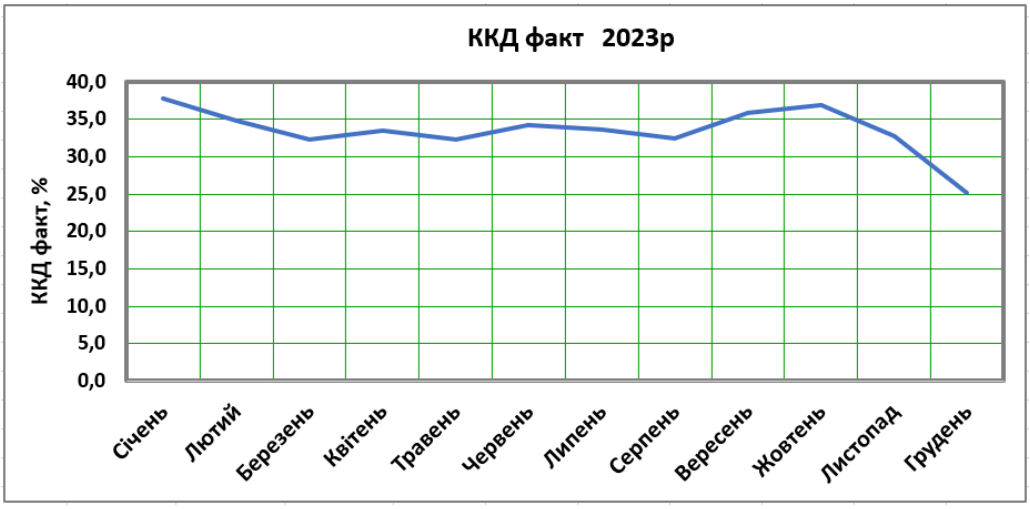


Рисунок 1.4 – Діаграма змін ККД для комунальних підприємств України

Цей приклад підтверджує неефективне використання енергоресурсів, що стало поширеною проблемою для великих і малих комунальних підприємств в Україні, які надають послуги водопостачання та водовідведення. Ефективним можна вважати фактичний ККД насосних станцій в межах від 50 до 84 % (залежно від обсягів подачі води).

При роботі насосних агрегатів у режимі керування перетворювачем частоти питомі енерговитрати мають зворотну пропорційну залежність від ККД, тому вигляд графіка ККД фактично повторює вигляд залежності питомих енерговитрат. Однією з особливостей використання перетворювачів частоти є зменшення діапазону оптимальних ККД при зниженні обертів (див. рис. 1.5).

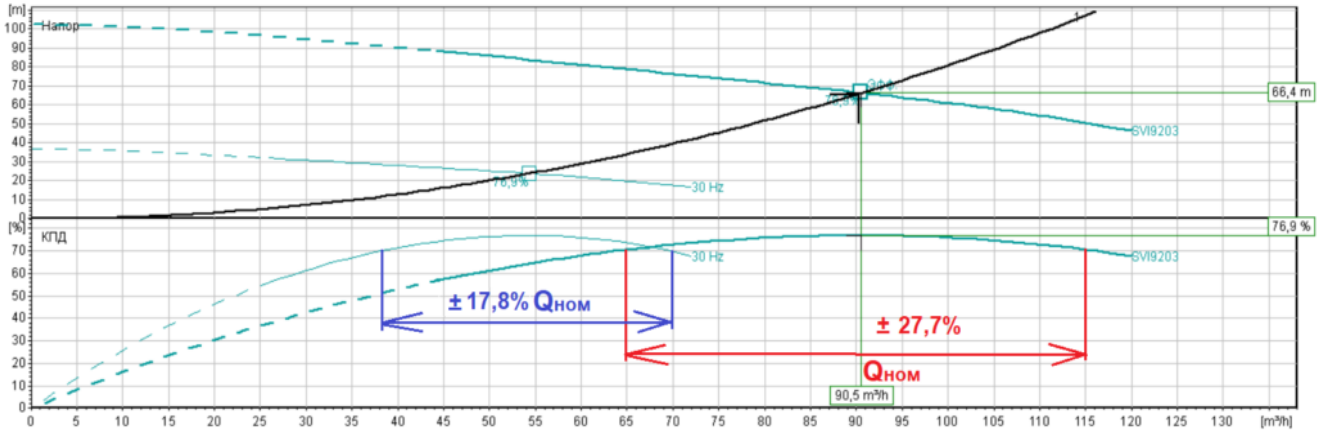


Рисунок 1.5 – Аналіз зміни ККД з урахуванням застосування регульованих електродвигунів

Як зазначає фахівець [15], застосування перетворювачів частоти (пристроїв для регулювання обертів двигунів насосів) для керування насосними агрегатами дійсно дозволяє зменшити енерговитрати, особливо в порівнянні з підтриманням заданого тиску в напірній мережі шляхом регулювання засувкою (дроселювання). Також, як наголошується в цій же роботі [15], використання перетворювачів частоти для керування насосними агрегатами з характеристиками, що не відповідають параметрам системи, може призвести до незначної економії енергії або навіть до її відсутності. Крім того, як наголошує фахівець [15], нормативи споживання води, розроблені в 1930-х роках (у часи, коли питання енергоефективності не були актуальними),

є застарілими, не можуть вважатися беззаперечними та потребують суттєвого оновлення.

Потужність електропривода зменшується пропорційно кубу частоти обертання насоса, що може сприяти продовженню терміну служби насосного агрегату. Нерегульовані насоси працюють за фіксованою програмою, що може вести до надмірного споживання енергії та зносу при змінних навантаженнях.

Таким чином, впровадження регульованих насосів потребує значних капіталовкладень, що не завжди є можливим для комунальних підприємств. Також їхнє обслуговування вимагає спеціальних знань і навичок, що потребує додаткового навчання персоналу.

Додатково варто враховувати сезонні особливості експлуатації насосів. У літній період, коли споживання води значно зростає, регульовані насоси дозволяють гнучко адаптувати роботу системи, мінімізуючи перевантаження. У зимовий період така технологія сприяє зменшенню енерговитрат і забезпеченню стабільності постачання.

1.4 Перспективи розвитку комунальних підприємств

Розвиток комунальних підприємств неможливий без впровадження сучасних технологій та підходів до управління. Одним із ключових напрямів є діджиталізація послуг. Впровадження онлайн-платформ для споживачів дозволить покращити комунікацію між підприємством і клієнтами, спростити процеси оплати та підвищити прозорість роботи. Наприклад, актуальним є застосування платформи GKH.IN.UA, яка об’єднує понад 1,2 мільйона особових рахунків у 141 населеному пункті України [16].

Модернізація інфраструктури також є важливим аспектом розвитку. Це включає заміну застарілого обладнання, впровадження енергоефективних технологій та будівництво сучасних очисних споруд. Особливу увагу слід приділити інвестиціям у системи автоматичного управління, які дозволять знизити витрати на обслуговування та підвищити надійність роботи [17].

Не менш важливим є розвиток партнерських відносин із приватним сектором. Участь приватних інвесторів у фінансуванні проектів може значно прискорити модернізацію комунальних підприємств [18]. Наприклад, моделі державно-приватного партнерства (ДПП) є ефективним механізмом для реалізації великих інфраструктурних проектів.

Покращення кваліфікації персоналу також є ключовим фактором. Організація навчальних програм, тренінгів та стажувань дозволить підвищити рівень професійної підготовки співробітників, що позитивно вплине на якість надання послуг [19].

У перспективі важливим є залучення міжнародного досвіду та впровадження кращих практик у сфері комунальних послуг [20]. Це включає адаптацію сучасних стандартів, використання інноваційних технологій та інтеграцію принципів сталого розвитку.

Окрім вищезгаданих напрямів, перспективним є розвиток відновлюваних джерел енергії для забезпечення автономності комунальних підприємств. Наприклад, використання сонячних панелей [21, 22] чи вітрових турбін [23] може суттєво зменшити витрати на енергоносії.

Ще одним напрямом є впровадження концепції розумного міста (Smart City) [24], яка передбачає інтеграцію цифрових рішень у роботу комунальних служб. Це дозволить не лише підвищити ефективність роботи, але й забезпечити зручність для мешканців.

Таким чином, комунальні підприємства мають великий потенціал для розвитку за умови ефективного управління, впровадження сучасних технологій та забезпечення стабільного фінансування.

Розвиток комунальних підприємств можливий за наступними напрямками:

- технологічна модернізація: впровадження новітніх технологій для підвищення ефективності роботи;
- енергоефективність: оснащення підприємств сучасними енергозберігаючими системами;

- участь громади: залучення місцевих громад до управління комунальними підприємствами може підвищити їхню прозорість і ефективність;
- співпраця з приватним сектором: приватні інвестиції можуть допомогти оновити існуюче обладнання та впровадити нові технології.

Ці аспекти дозволять глибше зрозуміти поточний стан і можливості для розвитку комунальних підприємств. Якщо вам потрібно більше інформації або дослідження конкретних даних, повідомте мені, і я зможу знайти відповідні ресурси.

1.5 Задачі кваліфікаційної роботи

В кваліфікаційній роботі розв’язуються наступні завдання:

– розробка розрахункової схеми водопровідної мережі;

– моделювання варіантів живлення мережі;

– гідравлічні розрахунки за умов нормальної роботи мережі для різних варіантів її живлення;

– моделювання змін пропускної здатності окремих ділянок;

– гідравлічні розрахунки мережі з урахуванням пропускної здатності ділянок за різних умов живлення;

– розрахунок п’єзометричних карт;

– аналіз динаміки вузлових тисків за різних умов живлення;

– розробка рекомендацій стосовно проєктування водопровідних мереж з урахуванням гідравлічних режимів їх роботи.

РОЗДІЛ 2. РОЗРАХУНОК ПРОДУКТИВНОСТІ МЕРЕЖІ ТРАНСПОРТУВАННЯ ВОДИ

2.1 Аналіз умов водопостачання міста

2.1.1 Аналіз умов надходження води в мережу

Територія міста за щільністю населення та характеру забудови поділена на два райони. Перший район забудовано, головним чином, п’ятиповерховими будинками, має загальну площу 157,82 га; будинки обладнані внутрішнім водопроводом, каналізацією,з ваннами та місцевими водонагрівачами; щільність населення 280 чол/га. Другий район має дев’ятиповерховими забудову загальною площею 121,54 га; будинки обладнані внутрішнім водопроводом, каналізацією та системою централізованого гарячого водопостачання; щільність населення 380 чол/га.

На території міста знаходяться два великих промислових підприємства, характеристики яких наведено в таблиці 2.1.

Промислові підприємства працюють у 2 зміни. На підприємстві №1 кількість робітників у гарячих цехах складає 40 % від загальної кількості працюючих, а на підприємстві №2 ÷ 40 %.

Таблиця 2.1 – Промислові підприємства міста.

№ підприємства	Витрата води на виробничі потреби, $м^3$/добу	Кількість працюючих, чол.	
		1 зміна	2 зміна
№1 Кондитерська фабрика	2500	850	600
№2 Консервний завод	5040	860	500

Кількість мешканців в і -му районі населеного пункту визначається за формулою:

$$Ni = Pi \times Fi, \qquad (1.1)$$

де *Pi* – щільність населення і-го району міста, чол./га;

Fi – площа і-го району міста, га.

Отримані дані наведено в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 – Визначення кількості населення в кожному районі міста

Район міста	Площа, га	Густина населення, люд./га	Кількість мешканців, люд
I	157,82	280	44 190
II	153,77	380	58 434
Всього по місту	311,59		102 624

2.1.2 Обгрунтування схеми системи водопостачання міста

В кваліфікаційній роботі запропоновано дві принципово різні схеми водопостачання.

Для схем А та Б запропоновано наступну схему водопостачання з джерела водопостачання вода надходить до водозабірної споруди (рис. 2.1, поз.1). Далі насосною станцією I підйому (рис. 2.1, поз.2) вода подається двома водоводами на очисні споруди (рис. 2.1, поз. 3). На території очисної станції вода знезаражується і далі в резервуари чистої води, звідки забирається насосами насосної станції II підйому (рис. 1.1, поз. 4) і подається у розподільчу магістральну водопровідну мережу (рис. 2.1, поз. 5). В зв'язку з більшою надійністю приймається кільцева магістральна мережа, яка рівномірно охоплює всю територію міста.

Оскільки вода подається в мережу в найбільш високій точці місцевості, то водонапірна башта (рис. 2.1, поз. 10) влаштовується в кінці мережі.В схемі А башта встановленна на початку мережі.

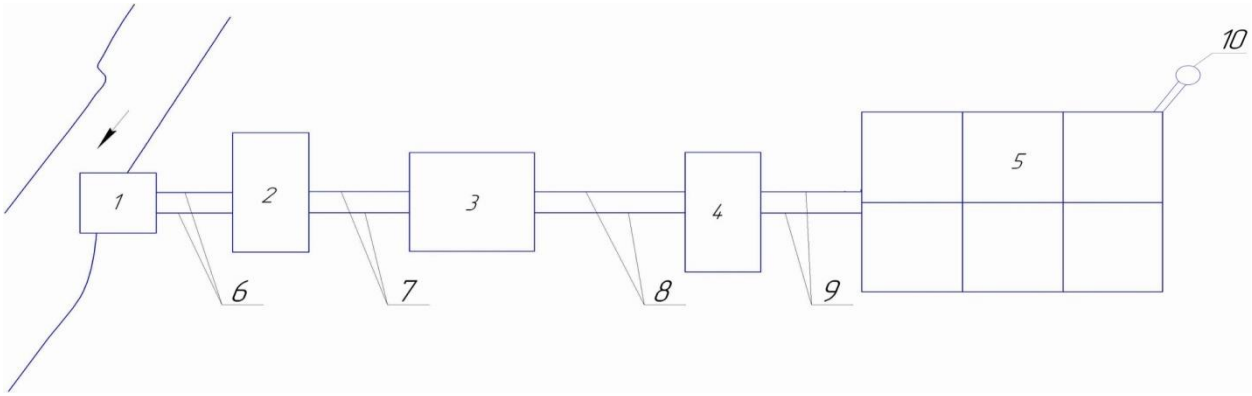


Рисунок 2.1 – Принципова схема системи водопостачання:

1– водозабірні споруди; 2 – насосна станція I підйому; 3 - очисна станція; 4 – насосна станція II підйому; 5 – магістральна мережа населеного пункту; 6 - всмоктуючи водоводи насосної станції I підйому; 7 - напірні водоводи насосної станції I підйому; 8 – всмоктувальні водоводи насосної станції II підйому; 9 – напірні водоводи насосної станції II підйому; 10 – водонапірна башта

Для схеми В запропоновано схему з водозабором з підземного джерела звідки вода потрапляє в РЧВ , і далі аналогічно схемі Б.

2.2 Розрахунок витрат води

2.2.1 Визначення добових розрахункових витрат води

Система водопостачання міста та її окремі елементи розраховані виходячи з максимальної добової витрати. Для її визначення необхідно розрахувати наступні витрати води для міста і промислових підприємств:

- на господарсько-питні потреби міста;
- на полив вулиць и зелених насаджень;
- на господарсько-питні потреби, технологічні потреби і на прийняття душу на промисловому підприємстві;
- на внутрішнє та зовнішнє пожежогасіння.

2.2.2 Визначення витрати води на господарсько-питні потреби міста

Витрата води на господарсько-питні потреби визначають окремо для кожного району.

Середньодобова витрата води для кожного району, м^3/доб:

$$Q_{доб.i} = N_i \times q_i/1000, \quad (2.2)$$

де q_i – питоме водоспоживання на 1-ну людину, л/доб.люд. (приймається за [25] з урахуванням благоустрою району);

Розрахункові витрати води для окремих районів в добу найбільшого і найменшого водоспоживання [25]:

$$Q_{i\max} = K_{доб.макс.i} Q_{доб.i}$$
$$Q_{i\min} = K_{доб.мін.i} Q_{доб.i} \quad (2.3)$$

де $K_{доб.макс.i}$, $K_{доб.мін..i}$ –максимальний і мінімальний коефіцієнти добової нерівномірності водоспоживання для і-го району міста, відповідно до [25] прийняті відповідно 1,24; 1,18 – для першого району та і 0,79;0,82 – для другого. Розрахунок добових витрат зведено в таблицю 2.3.

Таблиця 2.3 – Розрахунок добових витрат на господарсько-питні потреби міста

Район міста	Щільність населення, люд/га	Площа, га	Кількість населення, люд.	Питоме середньодобове водоспоживання, л/доб.	Коеф. годинної нерівномірності		Добова витрата води, м^3		
					$K_{доб.max}$	$K_{доб.min}$	Q_i	$Q_{доб.макс.i}$	$Q_{доб.min.i}$
I	280	157,82	44190	210	1,24	0,79	9280	11507	7331
II	380	153,77	58434	280	1,18	0,82	16361	19306	13416
Всього по місту		311,59	102624				25641	30813	20747

2.2.3 Визначення витрати води на полив вулиць и зелених насаджень

Добову витрату на полив вулиць і зелених насаджень визначаємо за [25, додаток А, таблиця А.2] окремо для кожного району, по витраті води з розрахунку на 1-ого мешканця, яка приймається рівною 70 л/доб.люд для першого району та 70 л/доб.люд – для другого. Із загальної витрати води на поливку 40% використовують двірники, 60% – поливальні машини. Розрахунок водоспоживання на поливку вулиць і зелених насаджень зводимо в таблицю 2.4.

Таблиця 2.4 – Добова витрата води на поливку вулиць і зелених насаджень.

Район міста	Розрахункова кількість населення, люд.	Питома витрата на полив, л/доб.люд.	Добова витрата води на поливку, $м^3$/сут		
			Всього по району $Q_{іпол.}$	Двірниками $Q'_{іпол.}$	машинами, $Q''_{іпол.}$
I	44190	70	3093	1237	1856
II	58434	70	4090	1636	2454
Всього по місту			7183	2873	4310

2.2.4 Визначення витрати води на виробничі потреби

Витрата води на промислових підприємствах складається із витрат на господарсько-питні потреби робітників, прийняття душа і на виробничі потреби підприємства.

Витрата води на господарсько-питні потреби робітників, зайнятих на підприємстві, визначають для кожної зміни, виходячи з кількості працюючих і питомої витрати на одного робітника. Питоме водоспоживання для гарячих цехів приймається 45 л/зміну [25], для холодних – 25 л/зміну [25]. Відсоткове розподілення кількості працюючих у гарячих цехах наведено в завданні окремо для кожного промислового підприємства.

Розрахунки для визначення витрат на господарсько-питні потреби робітників, зайнятих на виробництві, представлено в таблиці 2.5.

Таблиця 2.5 – Витрата води на господарсько-питні потреби робітників промислових підприємств

Підприємство	Зміна	Кількість робочих, люд.	Гарячі цехи			Холодні цехи			Загальна витрата Qв, м^3
			Кількість робочих Nг, люд.	Питома витрата води на 1 люд., л/зміну	Витрата води Qг, м^3	Кількість робочих Nг, люд.	Питома витрата води на 1 люд., л/зміну	Витрата води Qг, м^3	
№1	I	850	340	45	15,3	510	25	12,8	28,1
	II	600	240		10,8	360		9	19,8
Всього		1450	490		26,1	870		21,8	47,9
№2	I	860	344		15,5	516		12,9	28,4
	II	500	200		9	300		7,5	16,5
Всього		1360	544		24,1	816		20,4	44,9

Витрата води на користування душем на промислових підприємствах визначається за формулою:

$$Q = 0,5 \times \Sigma N_i / n_i, \quad (2.4)$$

де 0,5 – годинна витрата води на 1-ну душову сітку, м^3;

N_i – кількість робітників в цехах з і-тою санітарною характеристикою виробничого процесу (приймаємо за завданням);

n_i – розрахункова кількість людей на 1-ну душову сітку для і-той санітарною характеристикою виробничого процесу.

Визначивши витрату води за формулою (2.4), розрахункову кількість робітників N_i приймаємо рівною загальній кількості робітників, зайнятих в і-тому процесі. Групи виробничого процесу для кожного підприємства окремо приймаємо за завданням

Розрахунки по визначенню витрат води на використання душу на промислових підприємствах представлені в таблиці 2.6.

Таблиця 2.6 – Витрата води на користування душем на промисловому підприємстві №1

Зміна	Кількість робочих N_i ,люд.	Група виробничого процесу та санітарна характеристика		Гарячі цехи			Холодні цехи		Загальна витрата $Q_в$, м^3
		Гар.	Хол.	Кількість людей на одну душову сітку	Кількість робочих Nг, люд.	Витрата води по змінах, м^3	Кількість людей на одну душову сітку	Витрата води по змінах, м^3	
I	850	2а	1б	7	340	24,3	15	17	41,3
II	600				240	17,1		12	29,1
Всього по пп	1450				580	41,9		27,2	70,4

Таблиця 2.7 – Витрата води на користування душем на промисловому підприємстві №2

Зміна	Кількість робочих N_i ,люд.	Група виробничого процесу та санітарна характеристика		Гарячі цехи			Холодні цехи		Загальна витрата $Q_в$, м^3
		Гар.	Хол.	Кількість людей на одну душову сітку	Кількість робочих Nг, люд.	Витрата води по змінах, м^3	Кількість людей на одну душову сітку	Витрата води по змінах, м^3	
I	860	2а	1б	7	344	24,6	15	17,2	41,8
II	500				200	14,3		10	24,3
Всього по пп	1360				544	38,9		27,2	66,1

2.2.5 Визначення витрати води на пожежогасіння для міста та промислових підприємств

Розрахункова витрата води на пожежогасіння та розрахункова кількість одночасних пожеж для житлової забудівлі приймається згідно [25]: 40 л/с на одну зовнішню пожежу та один струмінь по 2,5 л/с на одну внутрішню пожежу при трьох одночасних пожежах.

Розрахункова витрата на пожежогасіння промислових підприємств приймається згідно [25, таблиця 7], виходячи із ступеню вогнестійкості споруд, категорії виробництва та об'єму виробничої будівлі:

- для підприємства №1 – 15 л/с, що відповідає І-му та ІІ-му ступеню вогнестійкості будівель при пожежній небезпеці виробництв на них категорії «Г» і «В» та при об'ємі найбільшої будівлі на території підприємства 15 тис. м^3;
- для підприємства №2 - 10 л/с, що відповідає І-му та ІІ-му ступеню вогнестійкості будівель при пожежній небезпеці виробництв на них категорії «Д» і «Е» та при об'ємі найбільшої будівлі на території підприємства 22 тис. м^3;

Кількість можливих одночасних пожеж на двох підприємствах приймається рівним одному, оскільки їх територія не перевищує 150 га при трьох одночасних пожежах в житловій забудові.

Розрахункова витрата води на потреби пожежогасіння визначається шляхом складання розрахункових витрат води на гасіння трьох одночасних пожеж у житловій забудові міста та половини розрахункових витрат води на гасіння одної одночасної пожежі на промислових підприємствах:

$$Q_{пож} = 3 \times (40 + 2{,}5) + 0{,}5 \times 10 + 0{,}5 \times 15 = 140 \text{ л/с.}$$

При розрахунковій тривалості гасіння пожеж, яка дорівнює 3 години, витрата води на потреби пожежогасіння міста складає:

$$Q_{пож} = (3 \times 60 \times 60 \times 87{,}5)/1000 = 1512 \text{ м}^3$$

Норми витрати води на пожежогасіння для промислових підприємств приймаю за [25]. Витрата води на 1 пожежу – 10 л/с. Розрахункове число одночасних пожеж – 4 пожежі (один на підприємстві і 3 у населеному пункті). Розрахункова тривалість пожежі у всіх випадках (у населеному пункті чи і на підприємстві) приймається трьом годинним. Подача повної розрахункової витрати води на гасіння пожежі повинна бути забезпечена при найбільшій годинній витраті води на інші нестатки. При цьому витраті води на поливання

території, приймання душу, миття підлог у виробничих зданіях і мийку технологічного устаткування не повинні враховуватися.

2.3 Обгрунтування режиму водоспоживання міста

Для визначення режиму водоспоживання води на господарсько-питні потреби кожного району міста визначається максимальний коефіцієнт годинної нерівномірності:

$$K_{max} = \alpha_{max} \beta_{max}, \quad (2.5)$$

де α_{max} – коефіцієнт, який враховує ступінь упорядкованості будівель, режим роботи підприємств та інші місцеві умови (приймається по [1]);

β_{max} – коефіцієнт, який враховує чисельність населення в районі (приймається за [25]);

Розрахований коефіцієнт не співпадає із табличним значенням, тоді значення в % від $Q_{доб.max}$ в час максимального водоспоживання замінюємо значенням, яке розраховується за формулою:

$$Р_{ск} = К_{max} \times 4,17, \quad (2.6)$$

де $Р_{ск}$ – витрата води в годину максимального водоспоживання в % від $Q_{доб.max}$. Всі вищеописані в п.1.4 розрахунки представлено в таблиці 2.8.

Таблиця 2.8 – Розрахунок коефіцієнтів нерівномірності

Район	α_{imax}	β_{imax}	$K_{imax\ р.}$	$K_{imax\ табл.}$	$Р_{ск}$
I	1,26	1,179	1,485	1,5	6,19
II	1,22	1,141	1,393	1,4	5,8

Для того, щоб після таких змін не порушився добовий баланс, коректуються витрати води в години із середнім водоспоживанням, що і зроблено в таблиці 2.10.

По відсотковому розподіленню добових витрат визначаємо витрату води для кожної години за формулою:

$$Q_i = P_i \times Q_{i\ доб.max}/100, \quad (2.7)$$

де P_i – значення і-ого годинної витрати, %;

$Q_{i\ доб.max}$ – максимальна витрата для і-того району міста, м^3.

Режим витрати води на полив – рівномірний протягом годин доби, при цьому полив силами двірників планується протягом 4 годин зранку і ввечері, а полив машинами – протягом двох змін (14 годин). Годинна витрата води на полив визначається за формулою:

$$Q_{г.пол.} = Q_{доб.пол.}/ T_{пол}, \quad (2.8)$$

де $Q_{доб.пол}$ – витрата води на полив (силами двірників або машинами);

$T_{пол}$ – тривалість поливу.

Для господарсько-питного водоспоживання на виробництві коефіцієнти годинної нерівномірності приймаються: в гарячих цехах – 2,5 [1], в холодних – 3 [25].

Воду на використання душу витрачають в необхідній кількості по закінченню відповідної зміни.

Режим витрати води на виробничі потреби приймається рівномірнім на час роботи підприємства.

Всі вищевказані розрахунки зведені в таблицю 2.9. По даним цієї таблиці побудований ступінчастий (диференціальний) графік погодинного водоспоживання міста. Графік наведено на рис. 2.2.

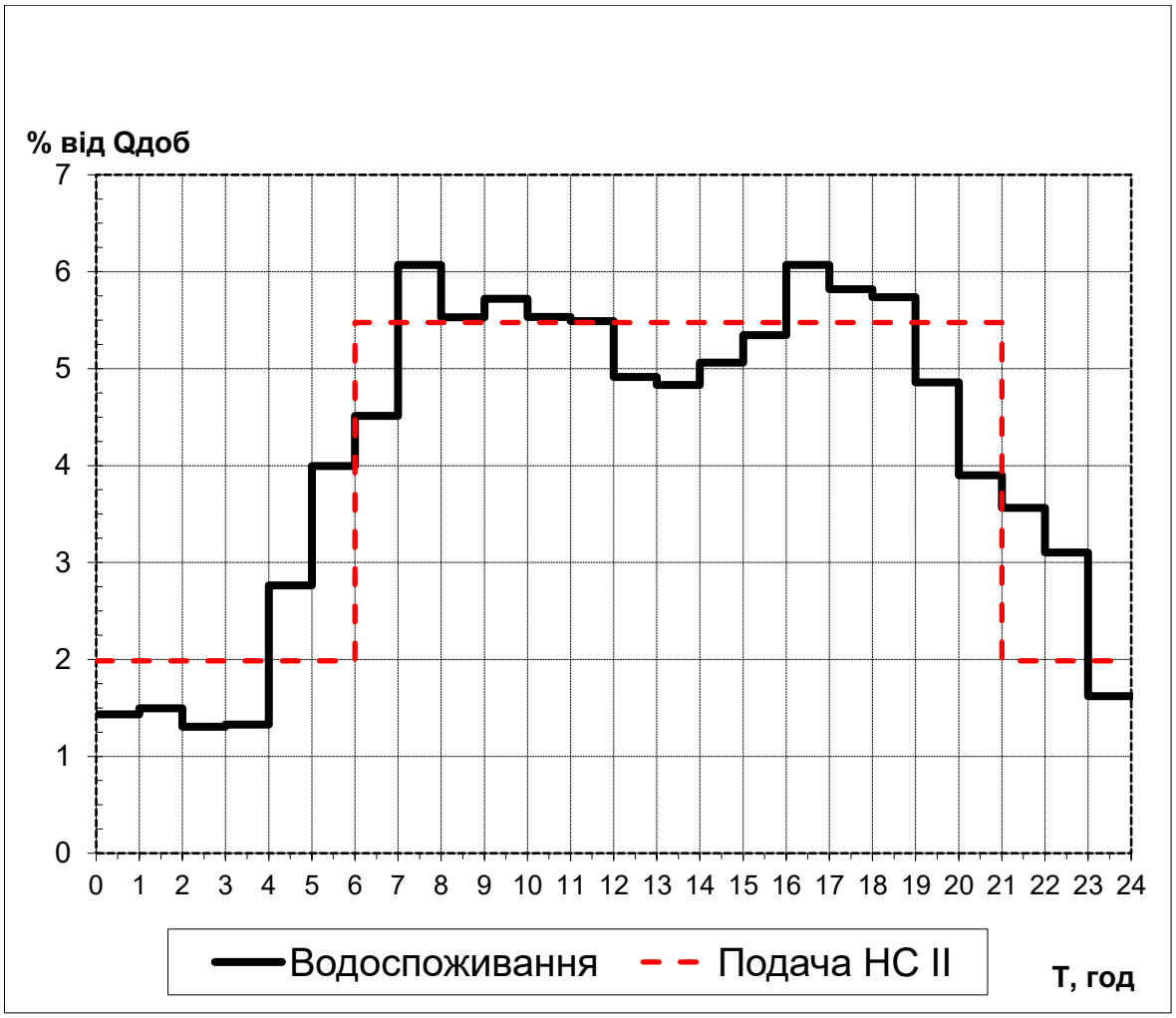


Рисунок 2.2 – Графік загального погодинного водоспоживання міста

Таблиця 1.9 - Сумарне водоспоживання міста

год. Проміжок 1.9	Господарсько-побутові потреби міста								Господарсько-побутові і виробничі потреби					
	населення				полив				Промислове підприємство №1					
	1 район		2 район		1 район		2 район		гар. Цех		хол. Цех		душ	виробн. потреби
	%	м³	%	м³	двірники, м³	машини, м³	двірники, м³	машини, м³	%	м³	%	м³	м³	м³
0-1	1,50	172,61	2,50	482,68										
1-2	1,50	172,61	2,65	511,64										
2-3	1,50	172,61	2,20	424,75										
3-4	1,50	172,61	2,25	434,41										
4-5	2,50	287,68	3,20	617,82	154,67		204,52							
5-6	3,55	408,50	3,90	752,97	154,67	132,57	204,52	175,30						
6-7	4,60	529,32	4,50	868,82	154,67	132,57	204,52	175,30						
7-8	5,60	644,39	5,10	984,66	154,67	132,57	204,52	175,30	15,65	2,39	18,75	2,40		156,25
8-9	6,19	712,28	5,35	1 032,92		132,57		175,30	12,05	1,84	6,25	0,80		156,25
9-10	6,19	712,28	5,80	1 119,81		132,57		175,30	12,05	1,84	12,50	1,60		156,25
10-11	6,19	712,28	5,35	1 032,92		132,57		175,30	12,05	1,84	12,50	1,60		156,25
11-12	6,18	711,13	5,25	1 013,62		132,57		175,30	12,05	1,84	18,75	2,40		156,25
12-13	5,00	575,35	4,60	888,12		132,57		175,30	12,05	1,84	6,25	0,80		156,25
13-14	5,00	575,35	4,40	849,51		132,57		175,30	12,05	1,84	12,50	1,60		156,25
14-15	5,50	632,89	4,65	897,78		132,57		175,30	12,05	1,84	12,50	1,60		156,25
15-16	6,00	690,42	4,60	888,12		132,57		175,30	15,65	1,69	18,75	1,69	41,30	156,25
16-17	6,00	690,42	4,90	946,04	154,67	132,57	204,52	175,30	12,05	1,30	6,25	0,56		156,25
17-18	5,50	632,89	4,60	888,12	154,67	132,57	204,52	175,30	12,05	1,30	12,50	1,13		156,25
18-19	5,00	575,35	4,70	907,43	154,67	132,57	204,52	175,30	12,05	1,30	12,50	1,13		156,25
19-20	4,50	517,82	4,50	868,82	154,67		204,52		12,05	1,30	18,75	1,69		156,25
20-21	4,00	460,28	4,40	849,51					12,05	1,30	6,25	0,56		156,25
21-22	3,00	345,21	4,20	810,89					12,05	1,30	12,50	1,13		156,25
22-23	2,00	230,14	3,70	714,36					12,05	1,30	12,50	1,13		156,25
23-0	1,50	172,61	2,70	521,29									29,10	
Всього	100,0	11 507,0	100,0	19 307,0	1 237,3	1 856,0	1 636,2	2 454,2	200,0	26,1	200,0	21,8	70,4	2 500,0

продовження таблиці 1.9

год. Проміжок	Господарсько-побутові і виробничі потреби						Сумарна витрата міста	
	Промислове підприємство №2							
	гар. Цех		хол. Цех		душ	виробн. потреби		
	%	м^3	%	м^3	м^3	м^3	%	м^3
0-1							1,43	655,28
1-2							1,50	684,24
2-3							1,31	597,36
3-4							1,33	607,01
4-5							2,76	1 264,68
5-6							4,00	1 828,53
6-7							4,51	2 065,20
7-8	15,65	2,43	18,75	2,42		315,00	6,07	2 777,00
8-9	12,05	1,87	6,25	0,81		315,00	5,53	2 529,65
9-10	12,05	1,87	12,50	1,61		315,00	5,72	2 618,14
10-11	12,05	1,87	12,50	1,61		315,00	5,53	2 531,25
11-12	12,05	1,87	18,75	2,42		315,00	5,49	2 512,40
12-13	12,05	1,87	6,25	0,81		315,00	4,91	2 247,91
13-14	12,05	1,87	12,50	1,61		315,00	4,83	2 210,90
14-15	12,05	1,87	12,50	1,61		315,00	5,06	2 316,71
15-16	15,65	1,41	18,75	1,41	41,80	315,00	5,35	2 446,96
16-17	12,05	1,08	6,25	0,47		315,00	6,07	2 778,19
17-18	12,05	1,08	12,50	0,94		315,00	5,82	2 663,76
18-19	12,05	1,08	12,50	0,94		315,00	5,74	2 625,54
19-20	12,05	1,08	18,75	1,41		315,00	4,86	2 222,54
20-21	12,05	1,08	6,25	0,47		315,00	3,90	1 784,46
21-22	12,05	1,08	12,50	0,94		315,00	3,57	1 631,80
22-23	12,05	1,08	12,50	0,94		315,00	3,10	1 420,20
23-0					24,30		1,63	747,29
Всього	200,0	24,5	200,0	20,4	66,1	5 040,0	100,0	45 767,0

2.4 Обгрунтування режиму роботи насосної станції II підйому

Режим роботи насосної станції II підйому визначаємо за побудованим диференціальним графіком сумарного водоспоживання (рис.1.2). Кількість ступенів приймаємо 2 [26].

Далі визначаються ємність бака водонапірної башти і резервуарів чистої води. Регулюючий об'єм обох резервуарів визначені табличним методом. Розрахунки наведені в таблицях 2.10 і 2.11.

Таблиця 2.10 – Розрахунок регулювальної місткості бака водонапірної башти

години доби	водопотреба, %	подача води, %	постачання води у бак, %	витрата води з баку, %	залишок води, %
0 - 1	1,4317739	1,9864828	0,5547089	-	0,55
1 - 2	1,4950521	1,9864828	0,4914307	-	1,05
2 - 3	1,3052177	1,9864828	0,6812651	-	1,73
3 - 4	1,3263104	1,9864828	0,6601724	-	2,39
4 - 5	2,7633099	1,9864828	-	0,7768271	1,61
5 - 6	3,9953011	1,9864828	-	2,0088183	-0,40
6 - 7	4,5124106	5,474777	0,9623664	-	0,56
7 - 8	6,0676817	5,474777	-	0,5929047	-0,03
8 - 9	5,527232	5,474777	-	0,0524551	-0,08
9 - 10	5,720576	5,474777	-	0,245799	-0,33
10 - 11	5,5307417	5,474777	-	0,0559647	-0,38
11 - 12	5,4895516	5,474777	-	0,0147746	-0,40
12 - 13	4,9116448	5,474777	0,5631321	-	0,17
13 - 14	4,8307836	5,474777	0,6439933	-	0,81
14 - 15	5,06196	5,474777	0,412817	-	1,22
15 - 16	5,3465538	5,474777	0,1282232	-	1,35
16 - 17	6,0702866	5,474777	-	0,5955096	0,76
17 - 18	5,8202708	5,474777	-	0,3454938	0,41
18 - 19	5,7367433	5,474777	-	0,2619663	0,15
19 - 20	4,8562166	5,474777	0,6185604	-	0,77
20 - 21	3,8989995	5,474777	1,5757775	-	2,34
21 - 22	3,5654562	1,9864828	-	1,5789734	0,76
22 - 23	3,1031034	1,9864828	-	1,1166206	-0,35
23 - 24	1,6328227	1,9864828	0,3536601	-	0,00
Загалом	100	100	7,6461072	7,6461072	-

Місткість регулювальної частини баку водонапірної башти складе: 0,40+ 2,39 = 2,79%.

Таблиця 2.11 – Розрахунок регулювальної місткості бака РЧВ

години доби	відбір насосами води , %	подача води, %	постачання води у РЧВ	витрата води з РЧВ	залишок води, %
0 - 1	1,9864828	4,167	2,18	-	2,18
1 - 2	1,9864828	4,167	2,18	-	4,36
2 - 3	1,9864828	4,167	2,18	-	6,54
3 - 4	1,9864828	4,167	2,18	-	8,72
4 - 5	1,9864828	4,167	2,18	-	10,90
5 - 6	1,9864828	4,167	2,18	-	13,08
6 - 7	5,474777	4,167	-	1,31	11,77
7 - 8	5,474777	4,167	-	1,31	10,46
8 - 9	5,474777	4,167	-	1,31	9,16
9 - 10	5,474777	4,167	-	1,31	7,85
10 - 11	5,474777	4,167	-	1,31	6,54
11 - 12	5,474777	4,167	-	1,31	5,23
12 - 13	5,474777	4,167	-	1,31	3,92
13 - 14	5,474777	4,167	-	1,31	2,62
14 - 15	5,474777	4,167	-	1,31	1,31
15 - 16	5,474777	4,167	-	1,31	0,00
16 - 17	5,474777	4,167	-	1,31	-1,31
17 - 18	5,474777	4,167	-	1,31	-2,62
18 - 19	5,474777	4,167	-	1,31	-3,92
19 - 20	5,474777	4,167	-	1,31	-5,23
20 - 21	5,474777	4,167	-	1,31	-6,54
21 - 22	1,9864828	4,167	2,18	-	-4,36
22 - 23	1,9864828	4,167	2,18	-	-2,18
23 - 24	1,9864828	4,167	2,18	-	0,00
Загалом	100	100	19,621655	19,621655	-

Місткість регулювальної частини резервуарів чистої води становить: 6,54 + 13,08 = 19,62% від добової потреби населення (табл.1.9)або 9000 м^3.

РОЗДІЛ 3. АНАЛІЗ ВПЛИВУ УМОВ ЖИВЛЕННЯ МЕРЕЖІ НА ЇЇ ГІДРАВЛІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ

3.1 Методика дослідження

Дослідження впливу умов живлення мережі на її гідравлічні характеристики проводились за наступною методикою:

– виконувався гідравлічний розрахунок для трьох варіантів живлення мережі (при умові підключення водоводів у вузлах 1, 14, 7);

– для кожного варіанту живлення визначалось розташування невигідної точки та визначались п`єзометричні позначки у вузлах мережі;

– для кожного варіанту живлення моделювалось змінення опору восьми магістральних ділянок від 10% до 50% із кроком 10%;

– виконувався гідравлічний розрахунок мережі з урахуванням зміни опорів ділянок та визначалися п`єзометричні позначки відносно вузла живлення для кожного варіанту змінення опорів;

– визначалися площі зон недостатнього напору для всіх варіантів живлення мережі при зміні опорів її ділянок.

3.2 Аналіз вихідних схем водопровідної мережі з урахуванням різних умов її живлення

Дослідження впливу різних точок живлення мережі виконувалось для трьох варіантів, за наступними схемами:

А) Вода від насосної станції другого підйому подається до водопровідної мережі двома водоводами довжиною 1150 м. Напірні водоводи підключаються до вузла № 1. Розглядається однозонна система водопостачання з баштою на початку мережі. Водопровідна мережа складається із 13 кілець, має одне магістральне направлення 1–2–3–7–10-15-23.

Б) Вода від насосної станції другого підйому подається до водопровідної мережі двома водоводами довжиною 450 м. Напірні водоводи підключаються до вузла № 14. Розглядається однозонна система водопостачання з баштою в кінці мережі. Водопровідна мережа складається із 13 кілець , має два магістральні направлення 14–9–8–7–17-19-21 та 14–13–11–10–22–25.

В) Вода від насосної станції другого підйому подається до водопровідної мережі двома водоводами довжиною 300 м. Напірні водоводи підключаються до вузла № 7. Розглядається однозонна система водопостачання з баштою в кінці мережі. Водопровідна мережа складається із 13 кілець , має чотири магістральні направлення 7–10–15–23, 7–17–19–21 , 7–3–2–1, та 7–8–9–14–13.

Водопостачання жилих кварталів населенного пункту здійснюється за допомогою розподільчої мережі, що складається з ліній, які прокладено по всіх вулицях і проїздах. При такому трасуванні сумарна довжина магістральної мережі міста для всіх варіантів складає 21957 м.

На території міста знаходяться два промислових підприємства , які забезпечуються водою від вузлових точок мережі: № 1 від вузла 16, № 2 від вузла 13.

Ситуаційні плани які відповідають вказаним схемам, представлено в графічній частині кваліфікаційної роботи (лист 2).

3.3 Гідравлічний розрахунок водопровідної мережі

Визначення питомих, шляхових та вузлових витрат

Режим максимального водоспоживання (схеми А, Б, В) відповідає 16–17 година . В цей час населення споживає 2303 м^3/год =639 л/с, підприємство №1 споживає 43,9 л/с , а підприємство №2 споживає 87,9 л/с.

Максимальний транзит води в башту (контррезервуар) приходиться на години роботи 20-21. В цей час населення споживає 1 309 м^3/год =363 л/с, підприємство №1 споживає 43,9 л/с, а підприємство №2 87,9 л/с В цей період насоси подають 696,008 л/с з котрих 200,34 л/с надходить в башту.

Питома витрата для і-го району при максимальному водоспоживанні:

$$Q_{пит.і}=Q_і/\sum l_і, \quad (3.1)$$

де Qi – повна витрата води, яка відбирається з мережі при максимальному водоспоживанні, л/с;

$\sum li$ – загальна розрахункова довжина магістральних ліній і-го району,м.

Шляхові витрати ділянок

$$Q_{шл}=q_{пит.і}l_{діл}, \quad (3.2)$$

де $l_{діл}$ – розрахунком довжина ділянки, яка розглядається (дорівнює повній або половинній довжині ділянки).

Розрахунок шляхових витрат для максимального водоспоживання приведено у табл.3.1

Таблиця 3.1 – Визначення шляхових витрат при $Q_{макс.год}$

номер ділянки	розрахункова довжина ділянки, м	питома витрата, $q_{пит.і.}$, л/с	Шляхова витрата, $Q_{шл}$, л/с
1–2	50	0,03432	1,72
2–3	143,5	0,03432	4,92
3–4	278	0,03432	9,54
4–5	513	0,03432	17,61
5–6	198	0,03432	6,80
1–6	310	0,03432	10,64
5–9	452,5	0,03432	15,53
8–9	565	0,03432	19,39
3–7	300	0,03432	10,30
7–8	455	0,03432	15,62
4–8	750	0,03432	25,74
7–10	0	0,03432	0,00
10–11	636	0,03432	21,83
11–12	513	0,03432	17,61
12–8	456	0,03432	15,65
9–14	226	0,03432	7,76
12–14	581	0,03432	19,94
14–13	270	0,03432	9,27
11–13	310	0,03432	10,64
11–16	181	0,03432	6,21
10–15	175	0,03432	6,01
15–16	550	0,03432	18,88
2–3	143,5	0,04546	6,52
3–7	300	0,04546	13,64
7–10	450	0,04546	20,46

10–15	175	0,04546	7,96
15–23	250	0,04546	11,37
17–18	803	0,04546	36,50
20–21	300	0,04546	13,64
19–22	900	0,04546	40,91
22–24	850	0,04546	38,64
21–25	450	0,04546	20,46
25–26	237,5	0,04546	10,80
2–18	131,5	0,04546	5,98
18–20	395	0,04546	17,96
17–19	267	0,04546	12,14
19–21	767	0,04546	34,87
10–22	530	0,04546	24,09
22–25	375	0,04546	17,05
23–24	265	0,04546	12,05
24–26	250	0,04546	11,37
7–17	262	0,04546	11,91
			639,87

Вузлова витрата для випадку максимального водоспоживання (табл. 3.2)

$$Q_{вузл.\eta}=0,5(\sum Q_{шл})_{вузл}, \quad (3.3)$$

де $\sum Q_{шл\cdot вузл}$ – сума шляхових витрат ділянок, які примикають до і-го вузла..

Критерієм правильності вимірювання $Q_{шл}$ та $Q_{вузл.\eta}$ є виконання умови:

$$\sum Q_{шл}=\sum Q_{вузл}, \quad (3.4)$$

Таблиця 3.2 – Визначення вузлових витрат для випадку максимальної години

номер вузла	ділянки які примикають до вузла	∑Qвузл,л/с	Qвузл, л/с	Зосередженні витрати, л/с	Qвузл, л/с
1	1-2/1-6	12,4	6,2		6,18
2	1-2/2-18/2-3	19,1	9,6		9,57
3	2-3/3-4/3-7	44,9	22,5		22,46
4	3-4/4-8/4-5	52,9	26,4		26,44
5	5-6/4-5/5-9	39,9	20,0		19,97
6	1-6/5-6	17,4	8,7		8,72
7	3-7/7-8/7-17/7-10	71,9	36,0		35,96

8	4-8/7-8/8-9/8-12	76,4	38,2		38,20
9	5-9/8-9/9-14	42,7	21,3		21,34
10	7-10/10-11/10-22/10-15	80,3	40,2		40,17
11	11-12/10-11/11-16/11-13	56,3	28,1		28,14
12	8-12/12-14/11-12	53,2	26,6		26,60
13	11-13/13-14	19,9	10,0	87,93	97,88
14	9-14/12-14/13-14	37,0	18,5		18,48
15	10-15/15-16/15-23	44,2	22,1		22,10
16	11-16/15-16	25,1	12,5	43,92	56,46
17	7-17/17-18/17-19	60,6	30,3		30,28
18	2-18/17-18/18-21	60,4	30,2		30,22
19	17-19/19-22/19-21	87,9	44,0		43,96
20	18-20/20-21	31,6	15,8		15,80
21	20-21/19-21/21-25	69,0	34,5		34,48
22	10-22/19-22/22-25/22-24	120,7	60,3		60,35
23	15-23/23-24	23,4	11,7		11,71
24	23-24/22-24/24-26	62,1	31,0		31,03
25	21-25/22-25/25-26	48,3	24,2		24,15
26	24-26/25-26	22,2	11,1		11,08
∑			639,9	131,85	771,71

Розрахунок шляхових витрат для випадку пожежі в годину максимального водопостачання зводимо табл 3.3 (схема А)

Таблиця 3.3 – Визначення шляхових витрат при пожежогасінні (схема А)

номер ділянки	розрахункова довжина ділянки, м	питома витрата, $q_{пит.і.}$, л/с	Шляхова витрата, $Q_{шл}$, л/с
1–2	50	0,02424	1,21
2–3	143,5	0,02424	3,48
3–4	278	0,02424	6,74
4–5	513	0,02424	12,43
5–6	198	0,02424	4,80
1–6	310	0,02424	7,51
5–9	452,5	0,02424	10,97
8–9	565	0,02424	13,69
3–7	300	0,02424	7,27
7–8	455	0,02424	11,03
4–8	750	0,02424	18,18
7–10	0	0,02424	0,00
10–11	636	0,02424	15,41
11–12	513	0,02424	12,43
12–8	456	0,02424	11,05
9–14	226	0,02424	5,48
12–14	581	0,02424	14,08
14–13	270	0,02424	6,54
11–13	310	0,02424	7,51
11–16	181	0,02424	4,39
10–15	175	0,02424	4,24
15–16	550	0,02424	13,33
2–3	143,5	0,03244	4,65
3–7	300	0,03244	9,73

7–10	450	0,03244	14,60
10–15	175	0,03244	5,68
15–23	250	0,03244	8,11
17–18	803	0,03244	26,05
20–21	300	0,03244	9,73
19–22	900	0,03244	29,19
22–24	850	0,03244	27,57
21–25	450	0,03244	14,60
25–26	237,5	0,03244	7,70
2–18	131,5	0,03244	4,27
18–20	395	0,03244	12,81
17–19	267	0,03244	8,66
19–21	767	0,03244	24,88
10–22	530	0,03244	17,19
22–25	375	0,03244	12,16
23–24	265	0,03244	8,60
24–26	250	0,03244	8,11
7–17	262	0,03244	8,50
			454,57

Вузлові витрати для випадку пожежі в годину максимального водопостачання (схема А) (табл. 3.4)

Таблиця 3.4 – Визначення вузлових витрат для випадку пожежі в годину максимального водопостачання (схема А)

№ вузла	ділянки які примикають	∑Qвузл л/с	Qвузл, л/с	Qвузл (пожежі), л/с	Qвузл (ПП), л/с	Qвузл, л/с
1	1-2/1-6	8,7	4,4			4,4
2	1-2/2-18/2-3	13,6	6,8			6,8
3	2-3/3-4/3-7	31,9	15,9			15,9
4	3-4/4-8/4-5	37,3	18,7			18,7
5	5-6/4-5/5-9	28,2	14,1			14,1
6	1-6/5-6	12,3	6,2			6,2
7	3-7/7-8/7-17/7-10	51,1	25,6			25,6
8	4-8/7-8/8-9/8-12	54,0	27,0			27,0
9	5-9/8-9/9-14	30,1	15,1			15,1
10	7-10/10-11/10-22/10-15	57,1	28,6			28,6
11	11-12/10-11/11-16/11-13	39,7	19,9			19,9
12	8-12/12-14/11-12	37,6	18,8			18,8
13	11-13/13-14	14,1	7,0	55,0	87,9	149,9
14	9-14/12-14/13-14	26,1	13,1			13,1
15	10-15/15-16/15-23	31,4	15,7			15,7
16	11-16/15-16	17,7	8,9	42,5	43,8	95,2
17	7-17/17-18/17-19	43,2	21,6			21,6
18	2-18/17-18/18-21	43,1	21,6			21,6

19	17-19/19-22/19-21	62,7	31,4			31,4
20	18-20/20-21	22,5	11,3			11,3
21	20-21/19-21/21-25	49,2	24,6			24,6
22	10-22/19-22/22-25/22-24	86,1	43,1			43,1
23	15-23/23-24	16,7	8,4	42,5		50,9
24	23-24/22-24/24-26	44,3	22,1			22,1
25	21-25/22-25/25-26	34,5	17,2			17,2
26	24-26/25-26	15,8	7,9			7,9
∑			454,6			726,2

Вузлові витрати для випадку пожежі в годину максимального водопостачання (схеми Б,В) (табл. 3.5)

Таблиця 3.5 – Визначення вузлових витрат для випадку пожежі в годину максимального водопостачання (Схеми Б,В)

номер вузла	ділянки які примикають	∑Qвузл л/с	Qвузл, л/с	Qвузл (пожежі), л/с	Qвузл (ПП), л/с	Qвузл, л/с
1	1–2/1–6	8,72	4,36			4,36
2	1–2/2–18/2–3	13,60	6,80			6,80
3	2–3/3–4/3–7	31,87	15,93			15,93
4	3–4/4–8/4–5	37,34	18,67			18,67
5	5–6/4–5/5–9	28,19	14,09			14,09
6	1–6/5–6	12,31	6,15			6,15
7	3–7/7–8/7–17/7–10	51,12	25,56			25,56
8	4–8/7–8/8–9/8–12	53,95	26,971			26,97
9	5–9/8–9/9–14	30,13	15,06			15,06
10	7–10/10–11/10–22/10–15	57,12	28,56			28,56
11	11–12/10–11/11–16/11–13	39,74	19,87			19,87
12	8–12/12–14/11–12	37,56	18,78			18,78
13	11–13/13–14	14,05	7,02		87,85	94,87
14	9–14/12–14/13–14	26,10	13,05			13,05
15	10–15/15–16/15–23	31,35	15,67			15,67
16	11–16/15–16	17,71	8,85	42,5	43,8	95,15
17	7–17/17–18/17–19	43,20	21,60			21,60
18	2–18/17–18/18–21	43,12	21,56	55		76,56
19	17–19/19–22/19–21	62,73	31,36			31,36
20	18–20/20–21	22,54	11,27			11,27
21	20–21/19–21/21–25	49,20	24,60			24,60
22	10–22/19–22/22–25/22–24	86,12	43,06			43,06
23	15–23/23–24	16,70	8,35			8,35
24	23–24/22–24/24_26	44,27	22,13			22,13
25	21–25/22–25/25–26	34,46	17,23	42,5		59,73
26	24–26/25–26	15,81	7,90			7,90
∑			454,57	140	131,65	726,22

Вузлові витрати для випадку транзиту (Схеми Б, В) (табл. 3.6)

Таблиця 3.6 – Визначення вузлових витрат для випадку транзиту (Схеми Б, В)

№ вузла	Ділянки які примикають	∑Qвузл л/с	Qвузл, л/с	Qвузл (ПП), л/с	Qвузл (башта), л/с	Qвузл, л/с
1	1–2/1–6	5,82	2,91			2,91
2	1–2/2–18/2–3	11,14	5,57			5,57
3	2–3/3–4/3–7	24,58	12,29			12,29
4	3–4/4–8/4–5	24,90	12,45			12,45
5	5–6/4–5/5–9	18,80	9,40			9,40
6	1–6/5–6	8,21	4,10			4,10
7	3–7/7–8/7–17/7–10	41,68	20,84			20,84
8	4–8/7–8/8–9/8–12	35,97	17,98			17,98
9	5–9/8–9/9–14	20,09	10,05			10,05
10	7–10/10–11/10–22/10–15	46,75	23,37			23,37
11	11–12/10–11/11–16/11–13	26,50	13,25			13,25
12	8–12/12–14/11–12	25,04	12,52			12,52
13	11–13/13–14	9,37	4,69	87,93		92,62
14	9–14/12–14/13–14	17,40	8,70			8,70
15	10–15/15–16/15–23	24,09	12,05			12,05
16	11–16/15–16	11,81	5,91	43,92		49,83
17	7–17/17–18/17–19	38,80	19,40			19,40
18	2–18/17–18/18–21	38,72	19,36		200,33	219,69
19	17–19/19–22/19–21	56,33	28,17			28,17
20	18–20/20–21	20,24	10,12			10,12
21	20–21/19–21/21–25	44,19	22,09			22,09
22	10–22/19–22/22–25/22–24	77,33	38,67			38,67
23	15–23/23–24	15,00	7,50			7,50
24	23–24/22–24/24_26	39,76	19,88			19,88
25	21–25/22–25/25–26	30,95	15,47			15,47
26	24–26/25–26	14,20	7,10			7,10
∑			363,83	87,93	200,33	696,01

Початковий потокорозподіл та вихідні розрахункові схеми мережі

Початковий потокорозподіл виконанно для всіх розглянутих варіантів живлення мережі із дотриманням умови:

$$q_{i\text{-}k}\text{-}Q_{вуз}=0, \quad (3.5)$$

де $q_{i\text{-}k}$ – сума витрат води на ділянках, які примикають до вузла, що розглядається;

$Q_{вуз}$ – відбір води з вузла, який розглядається.

Результати попереднього потокорозподілу для всіх розглянутих схем приведено на рис. А.1–А.8 у додатку А.

Гідравлічну ув'язку водопровідної мережі виконано з використанням програми Gidrast1. Результати розрахунку представленні в додатку Б (таблиці Б.1– Б.9).

Ув'язана мережа задовольняє наступним вимогам:

$$q_{i\text{-}k}\text{-}Q_{вуз}=0, \tag{3.6}$$

де $q_{i\text{-}k}$ – сума витрат води на ділянках, які примикають до вузла, що розглядається;

$Q_{вуз}$ – відбір води з вузла, який розглядається.

$$\sum h_{i-k}=0, \tag{3.7}$$

де h_{i-k} – втрати напору в лініях, які створюють контур.

3.4 Аналіз п'єзометричних позначок і вільних напорів у вузлах мережі

Визначення розрахункових позначок починаємо з визначення місця знаходження невигідної точки мережі, тобто точки, яка в місці підключення водоводів до мережі вимагає найбільшої п'єзометричної позначки.

Потрібні п'єзометричні позначки в вузлах мережі:

$$П_i = H_{c\ mp\ i} + z_i\ , \tag{3.8}$$

де $H_{c\ mp\ i}$ – потрібний вільний напір у вузлі [25], м;

z_i – абсолютна позначка і-го вузлу, м.

$$H_{c\ mp\ i} = 6+4n, \tag{3.9}$$

де n – кількість поверхів в спорудах розглядає мого району.

Для режима максимального водоразбору критична точка знаходиться у вузлу 12 (схема А), у вузлу 3 для – схеми Б, та у вузлу 1 – для схеми В.

Для випадку максимального транзиту невигідною точкою є водонапірна башта (яка приєднана до мережі у вузлі 18).

Результати розрахунку п’єзометричних позначок для вихідних схем мережі за розглянутими варіантами живлення показані на листі 3 графічної частини кваліфікаційної роботи.

3.5 Гідравлічний розрахунок мережі з урахуванням зміни пропускної здатності її ділянок

Відповідно до методики дослідження, представленої у п.3.1.1 моделювання зміни пропускної здатності ділянок було виконано для магістральних ділянок 2-3, 5-9, 7-8, 11-13, 15-23, 20-21, 25-26 а 19-21 для всіх варіантів живлення від 10% до 50% із кроком 10%. Результати гідравлічного розрахунку мереж представлено в додатку В (таблиці В.1-В.15).

3.6 Аналіз п’єзометричних позначок з урахуванням зміни пропускної здатності ділянок

Визначення п’єзометричних позначок з урахуванням змінення пропускної здатності ділянок виконувалось відносно вузла живлення.

(для схеми А) –відносно вузла №1;

(для схеми Б) –відносно вузла №14;

(для схеми В) –відносно вузла №7.

Результати розрахунків приведені на п’єзометричних картах на листі 4 графічної частини кваліфікаційної роботи.

3.7 Розрахунок водоводів та визначення висоти стовбуру водонапірної башти

У кваліфікаційній роботі необхідно розрахувати наступні водоводи: від водонапірної башти до мережі та від насосної станції II підйому до мережі. Водоводів повинно бути не менше двох, всі водоводи робочі [25].

Діаметр водоводів від насосної станції II підйому до мережі розраховують за витратами для випадку максимального водоспоживання, діаметр водоводів від водонапірної башти до мережі – за більш великою витратою з випадків максимального водорозбору .

Визначення втрати напору в водоводах за формулою

$$h_{вр.} = 1.15\ i \times_{вр} l, \qquad (3.10)$$

де $h_{вр}$, $i_{вр.}$ – відповідно втрати напору та питомі втрати напору у водоводах для випадку, який розглядається.

Розраховуємо характеристику для водоводів від насосної станції II підйому до мережі за формулою:

$$H_{пк.} = H_{гк} + 1.15\ \delta S_o l\ q^2{}_{п\,к.}, \qquad (3.11)$$

де $H_{пк}$ – повний необхідний напір при і-й витраті для к-го режиму;

$H_{гк.}$ – геометрична висота підйому при к-му режимі,

$$H_{гк.} = П_{к} - Z, \qquad (3.12)$$

де $П_{к.}$ – п'єзометрична позначка у точці підключення водоводів до мережі для к-го режиму;

Z – позначка самого низького рівня води у джерелі (приймається на 2...3 м. нижче позначки вісі насосів).

Розрахунок характеристики зводять у таблиці 3.7–3.9.

Таблиця 3.*7*– Розрахунок характеристики водоводів (схема А)

Показник	Значення показників для $q_{пь.}$					
	0	0,25 Q,	0,5 Q,	0,75 Q,	Q,	1,25 Q
Q	0	87,02	174,04	261,06	348,08	435,1
V, м/с.	0	0,226	0,452	0,678	0,904	1,13
1000i	0	0,12	0,41	0,85	1,45	2,2
$h_{пр.} = 1,15\ \delta S_o l\ q^2$	0	0,29	1,01	2,1015	3,58	5,43
$H_{г.макс.}$	71,43	71,43	71,43	71,43	71,43	71,43

$H_{п.макс.} H_{г.макс.} + H_{пк.}$	71,43	71,72	72,44	73,53	75,01	76,86
$H_{г.пож.}$	46,01	46,01	46,01	46,01	46,01	46,01
$H_{п.пож.} H_{г.пож.} + H_{пк.}$	46,01	46,30	47,02	48,11	49,59	51,44

Таблиця 3.8 – Розрахунок характеристики водоводів (Схема Б)

Показник	Значення показників для q $_{пь.}$					
	0	0,25 Q,	0,5 Q,	0,75 Q,	Q,	1,25 Q
Q	0	87,02	174,04	261,06	348,08	435,1
V, м/с.	0	0,307	0,615	0,923	1,23	1,53
1000i	0	0,12	0,41	0,85	1,45	2,2
$h_{пр.} = 1,15\ \delta S_o l\ q^2$	0	0,27	0,95	1,97	3,37	5,12325
$H_{г.макс.}$	76,42	76,42	76,42	76,42	76,42	76,42
$H_{п.макс.} H_{г.макс.} + H_{пк.}$	76,42	76,69	77,37	78,39	79,79	81,54
$H_{г.пож.}$	49,3	49,3	49,3	49,3	49,3	49,3
$H_{п.пож.} H_{г.пож.} + H_{пк.}$	49,3	49,57	50,25	51,27	52,67	54,42
$H_{г.тр.}$	90,02	90,02	90,02	90,02	90,02	90,02

$H_{п.тр.} H_{г.тр.} + H_{пк}$.	90,02	90,29	90,97	91,99	93,39	95,14

Таблиця 3.9 – Розрахунок характеристики водоводів (Схема В)

Показник	Значення показників для $q_{пь.}$					
	0	0,25 Q,	0,5 Q,	0,75 Q,	Q,	1,25 Q
Q	0	87,02	174,04	261,06	348,08	435,1
V, м/с.	0	0,226	0,452	0,678	0,904	1,130
1000i	0	0,12	0,41	0,85	1,45	2,2
$h_{пр.} = 1,15\ \delta S_o l\ q^2$	0	0,0414	0,141	0,293	0,500	0,759
$H_{г.макс}$.	52,86	52,86	52,86	52,86	52,86	52,86
$H_{п.макс}$. $H_{г.макс}$. + $H_{пк}$.	52,86	52,90	53,00	53,15	53,36	53,61
$H_{г.пож}$.	26,02	26,02	26,02	26,02	26,02	26,02
$H_{п.пож}$. $H_{г.пож}$. + $H_{пк}$.	26,02	26,06	26,16	26,31	26,52	26,77
$H_{г.тр.}$	57,65	57,65	57,65	57,65	57,65	57,65
$H_{п.тр}$. $H_{г.тр}$. + $H_{пк}$.	57,65	57,69	57,79	57,94	58,15	58,40

Визначаємо подачу аварійної витрати.

$$Q_{\text{ав.}} = 0.7Q, \quad (3.13)$$

де Q – розрахункова витрата при максимальному водоспоживанні.

$$Q_{\text{ав.}} = 0.7 \cdot 696{,}16 = 487{,}31 \text{ л/с}$$

Висоту водонапірної башти $H_б$. визначаємо паралельно з визначенням п`єзометричних позначок:

$$H_b = П + h_b - Z_b \quad (3.14)$$

де $h_б$. – витрати напору у водоводах до башти;

$Z_б$. – позначка поверхні землі у місці установки башти (за генпланом міста).

$H_b = 117{,}27 + 0{,}34 - 74{,}32 = 43{,}29$ м.

3.8 Визначення вузлів з недостатнім напором та площу зон з недостатнім напором

Для першого варіанту живлення мережі (схема А) при моделюванні зміни опору ділянок недостатній тиск спостерігався в наступних вузлах (за даними таблиць 2.30 –2.32):

- збільшення опору на 10 %: вузол № 21;
- збільшення опору на 20 %: вузли №21 ,22 ,23 ,24, 25;
- збільшення опору на 30 % вузли №21,22,23,24,25 ,26,3 ,15 ,17 та 19;
- збільшення опору на 40 % : вузли №21, 22, 23, 24, 25 ,26, 3 ,15 ,17 ,19 ,7, 9, 10, 11, 13, 14;
- збільшення опору на 50 %: достатній тиск підтримувався лише у вузлах № 1, 2, 6, 18, 20 1, у вузли №21та 25 вода взагалі не подається.

Для другого варіанту живлення мережі (схема Б):

–збільшення опору на 10 %: вузли № 2, 3, 18, 19, 20, 21, площа зон з недостатнім тиском становить 9,8 кв. у.о;

- збільшення опору на 20 %: вузли № 1,2,3,7,15,17,18,19,20,21,23,24 та в 26 вузлі, площа зон з недостатнім тиском: 167.31 кв.у.о;
- збільшення опору на 30 %: №,2,3,7,10,15,17,18,19,20,21,22,23,24,25, 26, площа зон з недостатнім тиском:753.87 кв.у.о;

- збільшення опору на 40 % : вузли №21,22,23,24,25 ,26,3 ,15 ,17 ,19 ,7,9,10,11,13 та в 14 вузлі, площа зон з недостатнім тиском:2053,53 кв.у.о;
- збільшення опору на 50 % : достатній тиск забезпечується у вузлах № 9, 14, 13, у вузлах № 24–26 тиск відсутній, площа зон з недостатнім тиском становить5722.54 кв.у.о.
- Для третього варіанту живлення мережі (схема В):
- збільшення опору на 10 %: вузол№18;
- збільшення опору на 20 %: вузол№18;
- збільшення опору на 30 %: вузли №18, 20;
- збільшення опору на 40 %: вузли № 18, 20, 23, 24;
- збільшення опору на 50 достатній тиск забезпечується у більшій кількості вузлів №1-3, 5-7,15, 17-26, вузлів , в яких тиск відсутній, немає.

3.9 Розробка насосної станції другого підйому

3.9.1 Визначення діаметрів всмоктувальних і напірних водоводів

Кількість всмоктувальних ліній на водопровідній станції 1-ої категорії надійності незалежно від кількості груп насосів приймаємо 2 [].

Розрахункова витрата для кожного з всмоктуючих водоводів для насосної станції 1-ої категорії надійності визначається за формулою:

$$Q_{вс.в.}=Q_{maxн.ст.}/(n_{вс.}-1), \quad (3.15)$$

де $Q_{max\ н.ст}$ – максимальна витрата насосної станції, л/с;

$n_{вс.}$ – кількість всмоктуючих водоводів;

$Q_{вс.в}$= ((0,04725×45767/3600)×1000)/(2-1)= 696,16 л/с.

Для сталевих водоводів при $Q_{вс.в}$ = 696,16 л/с, а також з урахуванням рекомендованих швидкостей [25], приймається d = 700 мм, при цьому V = 0,9 м/с, 1000i = 1,45.

Кількість напірних водоводів приймаємо 2. Розрахункову витрату кожного з водоводів визначаємо за формулою:

$$Q_{н.в.} = Q_{\max н.ст.} / n_{н.} \ , \qquad (3.16)$$

де $n_{н.}$ – кількість напірних водоводів;

$$Q_{н.в.} = 0,696/ 2 = 0,348 \text{ м}^3/\text{с}.$$

При визначенні діаметрів напірних водоводів необхідно враховувати економічний фактор за формулою:

$$Q_{пр} = Q_{н.в.} * \sqrt[3]{\frac{E_ф}{E_т}} \ , \qquad (3.17)$$

де $E_т$ – табличне значення економічного фактору ($E_т$=0,5 [2]);

$E_ф$ – фактичне значення економічного фактору ($E_ф$=0,33 [2]);

$$Q_{пр} = 0,348 * \sqrt[3]{\frac{0,33}{0,5}} = 0,302 \text{ м}^3/\text{с}.$$

Відповідно до [25] для чавунних водоводів при $Q_{вс.в}$ = 302 л/с, а також з урахування рекомендованих швидкостей [1], приймаємо d = 600 мм, при цьому V = 1,23 м/с, 1000i = 4,15.

3.9.2 Визначення розрахункового напору насосів

Необхідний напір насосів визначаємо за формулою:

$$H_p = H_г + h_k + h_b + h_y, \qquad (3.18)$$

де $H_г$ – геометрична висота підйому;

h_k – сумарні втрати напору у всмоктувальнихі напірних комунікаціях насосної станції, приймаємо рівними 2 м;

h_b – втрати напору у водоводах при максимальній подачі насосної станції;

h_3 – запас на вилив (приймаємо 1 м).

Геометрична висота підйому:

$$H_г = Z_1 - Z_2, \qquad (3.19)$$

де Z_1 – абсолютна максимальна позначка підйому води, м (п’єзометрична позначка точки підключення водоводів до мережі, приймаємо

за п’єзометричними картами, Z_1= 116.28 м за схемою А, Z_1= 122,12 м за схемою Б , та Z_1= 118,7 м за схемою В);

Z_2 – абсолютна розрахункова позначка в резервуарі чистої води для випадку максимального водоспоживання (позначка пожежного рівня в РЧВ, для схеми А : Z_2 = 47,5м, для схеми Б : Z_2 = 47,5м, для схеми В : Z_2 = 65,79м);

для схеми А) :$H_г$ = 116,28 – 47,5 = 68,8 м;

для схеми Б) :$H_г$ = 122,12 – 47,5 = 74,62 м

для схеми В) :$H_г$ = 118,7 – 65,79 = 52,9 м.

Втрати напору в напірних водоводах розраховуються за формулою:

$$h_b=1,15\times i\times l, \qquad (3.20)$$

де l – довжина напірних водоводів (для схеми А l =2150 м, для схеми Б l =2025 м для схеми В l =300 м);

і – питомий опір водоводу.

Для першого ступеня (схема А): для сталевих водоводів при d=700 мм (по [2]) і=0,41, l=2150 м, $Q_{р1}$= 0,252м^3/с на 2 водоводи:

$$h_b= 1,15\times(0,41/1000)\times2150 = 1,0137 м,$$

$$H_{р1}= 68,8 + 1,01 + 2 + 1 = 72,81 м.$$

Для першого ступеня(схема Б): для сталевих водоводів при d=700 мм (по [2]) і=0,41, l=2025 м, $Q_{р1}$= 0,252 м^3/с на 2 водоводи:

$$h_b= 1,15\times(0,41/1000)\times2025 = 1,0137 м,$$

$$H_{р1}= 74,62 + 1,01 + 2 + 1 = 93,97 м.$$

Для першого ступеня(схема В): для сталевих водоводів при d=700 мм: і=0,41, l=300 м, $Q_{р1}$= 0,252 м^3/с на 2 водоводи:

$$h_b= 1,15\times(0,41/1000)\times300= 0,14 м,$$

$$H_{р1}= 52,9 + 0,14 + 2 + 1 = 56,04 м.$$

Для другого ступеня: $Q_{р2}$=0,696 м^3/с на 2 водоводи схема А:

$$h_b= 1,15\times2150\times1,45/1000= 3,58 м,$$

$$H_{р2}= 68,8+ 2 + 3,58+ 1 = 75,38 м.$$

Для другого ступеня: $Q_{р2}$=0,696 м^3/с на 2 водоводи схема Б:

×Для другого ступеня: $Q_{р2}$=0,696 м^3/с на 2 водоводи схема В:

h_b= 1,15×300×1,45/1000= 0,50 м,

$H_{р2}$= 52,9+ 2 + 0,50+ 1 = 56,4 м.

3.9.3 Підбір насосів та електродвигунів до них

Основні параметри за якими підбираємо насос (за схемою А): $H_{р2}$ = 75,38 м и Q=0,125 м^3/с (на першому ступені працює 2 насоси продуктивністю 1,98 % від добового водоспоживання).

Прийнято насос марки Д630-90, при цьому необхідно всього 4 робочі і 2 резервні насоси. Його основні характеристики [ ]: Q=175л/с, Н=90 м, n=1450 об./хв., $N_Н$=193 кВт, ККД=80,7%, $D_{роб.кол.}$= 525 мм.

За схемою Б працюють насоси марки Д630-90 з підвишенною частотою обертання n=1495 об./хв., $N_Н$=226 кВт, ККД=80,63%.

Електродвигуни підбираємо на основі потужності насосу. Потужність насосу визначається за формулою:

$$N_H = \rho * g * Q * H /(1000 * \eta_H), \quad (3.21)$$

де ρ – щільність води, кг/м^3;

Q – подача одного насосу при включенні всіх робочих агрегатів, м^3/с:

де k_m – коефіцієнт, який враховує збільшення подачі одного працюючого насосу при відключенні інших (для 4-х робочих насосів приймаємо за [6] k_m = 1,18);

Н – напір насосу на другому ступені ($H_{р2}$ = 78,01 м);

$\eta_н$ – ККД насоса при подачі Q;

$N_Н$ = 1000×9,81×0,175×79,91/(1000×0,81) = 191,1 кВт.

Потужність приводного двигуна визначається за формулою:

$$N_{дв} = к * N_H / \eta_H, \quad (3.22)$$

де к – коефіцієнт запасу, який враховує можливість перевантаження (при $N_Н$=191,1 кВт k=1,01 [6]);

$\eta_н$ – ККД передачі (при безпосередньому з’єднанні вала насоса і електродвигуна $\eta_н$=1[6]).

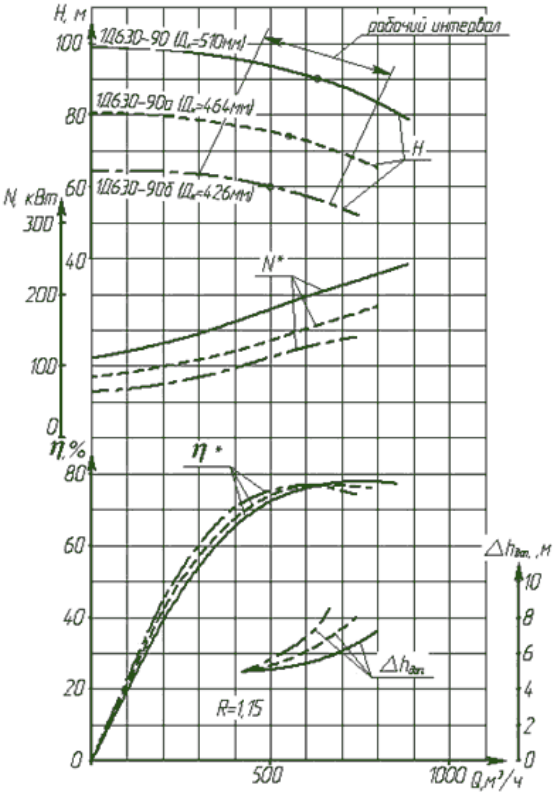


Рисунок 3.1 – Характеристика насосу типу Д 630-90

$N_{дв} = 1,01 \times 191,1/1 = 192,1$ кВт.

Остаточно приймаємо електродвигун типу А03–315М–4 з наступними характеристиками:

- потужність – 200 кВт;
- необхідна напруга – 380В.

Основні параметри за якими підбираємо насос (за схемою В): $H_{р2} = 60,79$ м и $Q=0,125$ м^3/с (на першому ступені працює 2 насоси продуктивністю 1,98 % від добового водоспоживання).

Дані вимоги задовольняє насос марки Д800-57, при цьому необхідно всього 4 робочі і 2 резервні насоси. Його основні характеристики [27]: Q=175л/с, H=90 м, n=1450 об./хв., $N_Н$=134 кВт, ККД=80,7%, $D_{роб.кол.}$= 432 мм.

Для нього приймаємо електродвигун типу АО3-315S-4 з потужністю 160 кВт.

3.9.4 Розрахунок режиму роботи насосної станції при пожежогасінні

Подача насосної станції при пожежогасінні розраховується за формулою:

$$Q'_{н.ст.} = Q_{н.ст.} + Q_{н.}, \quad (3.23)$$

де $Q_{н.ст.}$ – розрахункова секундна подача насосної станції в годину максимального водоспоживання;

$Q_{н.}$ – розрахункова витрата на пожежогасіння;

$$Q'_{н.ст.} = 696 + 140 = 836 \text{ л/с}.$$

Необхідний напір насосів при пожежі:

$$H'_р = Z_{н.т.} + H_{св.} + h_{м.п.} + h_{в.п.} - Z_р, \quad (3.24)$$

де $Z_{н.т.}$ – максимальна позначка невигідної точки при пожежі (для схеми А вузол 16, $Z_{н.т.}$= 58,91 м; для схеми Б вузол 18, $Z_{н.т.}$= 74,32 м; для схеми В вузол 18, $Z_{н.т.}$= 74,32 м);

$H_{св.}$ – вільний напір в невигідній точці при пожежі, $H_{св.}$=10 м [25];

$h_{в.п.}$ – втрати напору в водоводах при пожежі;

$Z_р$ – абсолютна позначка дна резервуару чистої води, (з урахування максимальної висоти води в РЧВ $Z_р$=47,5 м,для схеми В $Z_р$ =65,79);

$h_{м.п.}$ – втрати напору в мережі при пожежі від невигідної точки до точки підключення водоводів до мережі (для схеми А за п’єзометричними картами від вузла підключення водоводів (1) до невигідної точки (вузла 16) $h_{м.п.}$=17,26 м, схема Б $h_{м.п.}$=12,48, схема В $h_{м.п.}$=7,49).

$h_{в.п.}$=1,15×i×l =1,15×2150×8,04/1000 = 19,87 м,

тоді $H'_р$= 58,941+10+19,87+17,26-47,5 = 58,57 м.

де $H_{р2}$= 78,01 м > $H'_р$= 58,57 м, тобто для забезпечення режиму роботи насосної станції при пожежогасінні достатньо напору встановлених насосів, які працюють на 2-ій ступені.

для схеми Б): $h_{в.п.}$=1,15×i×l =1,15×2025×8,04/1000 = 18,72 м,

тоді $H'_р$= 74,32+10+18,72+12,48-47,5 = 68,02 м.

де $H_{р2}$= 96,39 м > $H'_р$= 68,02 м, тобто для забезпечення режиму роботи насосної станції при пожежогасінні достатньо напору встановлених насосів, які працюють на 2-ій ступені.

для схеми Б): $h_{в.п.}$=1,15×i×l =1,15×300×8,04/1000 = 2,77 м,

тоді $H'_р$= 74,32+10+7,49+2,77-65,79= 28,79 м.

$H_{р2}$= 61,15 м > $H'_р$= 28,79 м, тобто для забезпечення режиму роботи насосної станції при пожежогасінні достатньо напору встановлених насосів, які працюють на 2-ій ступені.

3.9.5 Визначення позначок вісі насосу і підлоги насосної станції

Позначка підлоги насосної станції: $Q_{підлоги}$ = 47,5 м, позначка підлоги машинної зали: 44,05м, позначка верха фундаменту: $Z_ф$ - 44,193м.

Позначка вісі насосу:

$$Z_н = Z_ф + A_н = 44,193 + 0,785 = 44,978\ м,$$

де $A_н$ – висота насосу від осі до лап (0,785 *м).*

Висоту фундаменту над рівнем чистої підлоги призначають у залежності від зручності монтажу всмоктуючих та напірних трубопроводів - 150 мм. Глибина закладання фундаменту – 100 см.

3.9.6 Визначення висоти машинного залу та вибір підіймального обладнання

Мінімальну висоту машинного залу в м визначаємо за формулою:

$$H = h_1 + h_2 + h_3 + h_4 + h_5 + 0,5, \qquad (3.25)$$

де h_1 – висота монорельсу кран-балки з урахуванням підвіски його до перекриття;

h_2 – мінімальна висота від гака кран-балки до низу монорейки (задається в технічних характеристиках кран-балки [27]);

h_3 – висота строповки вантажу (приймаємо 0,5м [27]);

h_4 – висота вантажу (висота засувки 2500 мм [27]);

$h_{об}$ – максимальна висота встановленого обладнання (висота засувки – 2500 мм [27]);

Технічні характеристики обраного мостового крану [27]:

– вантажопідйомність – 5 т.;

– прольот – 11÷32 м;

– висота мостового крану від верха монорельси до гака – 1700 мм.

$$H = = 300 + 1225 + 1000 + 755 + 450 + 360 + 1370 = 5450 \approx 6000 \text{ мм.}$$

Відповідно до [27] висоту машинного залу приймаємо найближчу стандартну - Н=6 м.

3.9.7 Аналіз режиму роботи насосів і уточнення їх робочих характеристик

Розраховуємо характеристику для водоводів від насосної станції до мережі за формулою:

$$H_{nk} = H_{гк} + 1{,}15 S_0 \delta q^2_{nk}, \qquad (3.26)$$

де H_{nk} ÷ повні втрати при n-ній витраті при k-том режимі;

$H_{гк}$ ÷ геометрична висота підйому при k-том режимі.

$$H_{гк} = П_k - Z, \qquad (3.27)$$

де $П_k$ – п'єзометрична позначка в точці підключення водоводів до мережі для k- того режиму ;

Z – позначка самого нижчого рівня води в джерелі (приймаємо 63,18 м ÷ для режиму максимального водоспоживання і водотранзиту, 62,5 м – для режиму пожежогасіння).

Розрахунок характеристик зведений в таблиці 3.7–3.9.

Графіки роботи насосів та водоводів наведено на рис. 3.2.

Визначаємо кількість перемикань на водоводах при аварії за формулою:

$$n = 3SQ_{ав}^{\ 2} / (h_{ав} - SQ_{ав}^{\ 2}) - 1, \qquad (3.28)$$

де $S=1{,}15\delta s_0 l$ – повний опір водоводу при нормальній роботі;

$h_{ав.}$ – допустимі втрати напору в водоводах при аварії, які визначаємо за сумісним графіком роботи насосної станції і водоводів (рис.3.2):

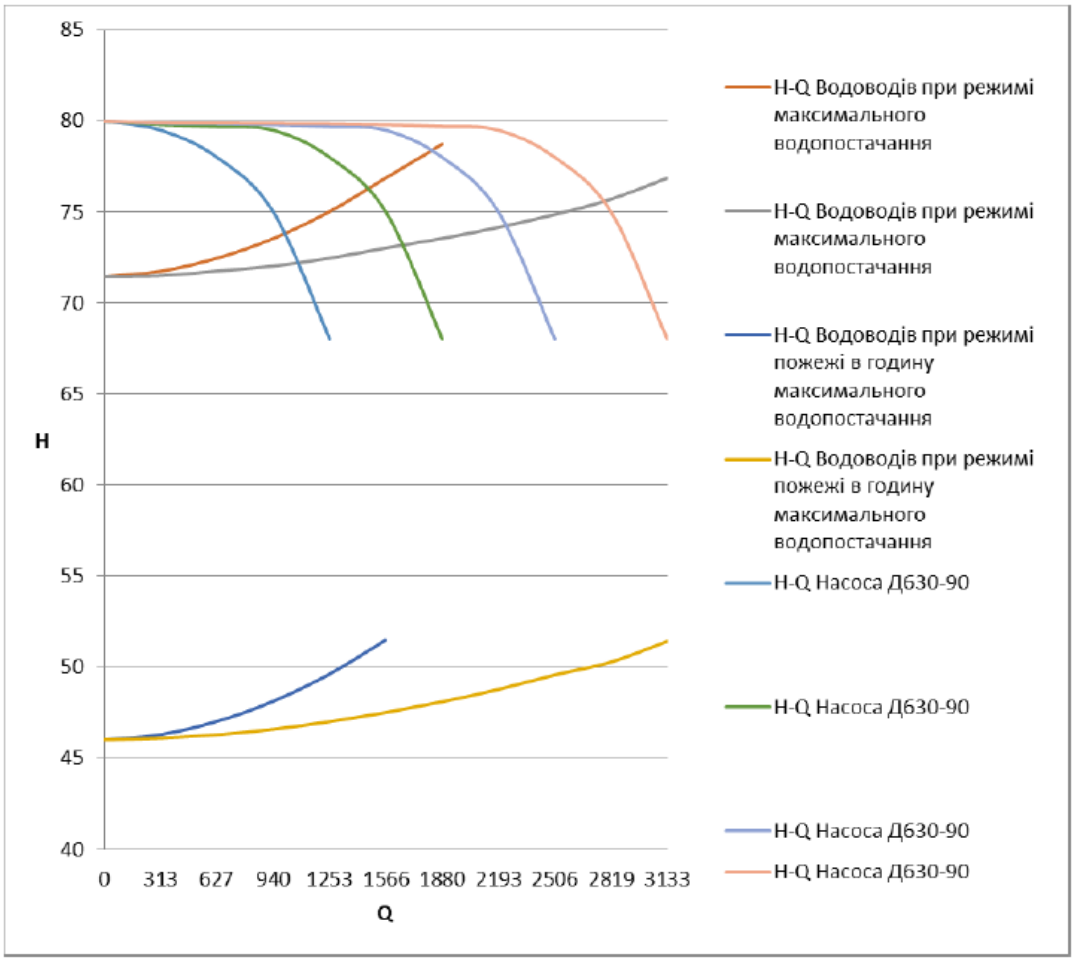


Рисунок 3.2 – Аналіз робочих характеристик насосів та водоводів

$$h_{ав} = H_{ав} - H_г, \qquad (3.39)$$

де $H_{ав}$ – напір насосів при аварії, який відповідає витраті $Q_{ав}$ (приймаємо за рис. 2.4 $h_{ав}$ = 27,08 м).

$n = 3 \cdot 71{,}55 * 0{,}56^2 / (27{,}08 - 71{,}55 * 0{,}56^2) - 1 = 13.$

РОЗДІЛ 4 РОЗРАХУНОК ВОДОЗАБІРНИХ СПОРУД

4.1 Розрахунок водозабірних споруд з поверхневого джерела для варіантів живлення мережі за схемами А та Б

4.1.1 Характеристика джерела водопостачання та умов прийому води

Виходячи з умов забору води (2500 м^3/с, мінімальна витрата річки – 310 м^3/с, а витрата, що забирається 0,53 м^3/с) ,враховуючі положення [25] можна зробити висновок що витрата значно менше навіть мінімальної витрати. в річці Тому забір заданої кількості води ніяк не впливає на джерело.

Зважаючи на максимальну швидкість течії джерела – 1,2 м/с, зроблено висновок, що шугольодові утруднення при заборі води можливі.

Очисні споруди господарсько-питного призначення розміщені на місцевості, що знаходиться на позначці 47,5 м. Відстань від водозабору до очисної станції 500 м, вільний напір біля очисної станції – 10 м.

4.1.2 Розрахунок руслового режиму ріки

Русловий режим в створі водозабору оцінюється показником рухомості матеріалу русла, параметром, який характеризує умови грядоутворення та критеріальними швидкостями.

Показник рухомості матеріалу русла $К_п$ визначено за формулою:

$$K_п = \frac{\sigma}{u}, \tag{4.1}$$

де σ – гідравлічна крупність матеріалу русла, м/с (приймаємо по [2] σ = 0,14 м/с);

u – динамічна швидкість потоку:

$$U = \sqrt{gHI}\ , \tag{4.2}$$

де H – глибина потоку, м;

I – ухил річкових відкладень (приймаємо в залежності від матеріалу русла за [25] I =0,0003);

$U_{\min} = \sqrt{9{,}81 * 7 * 0{,}0003} = 0{,}143$ м/с;

$K_{n\min} = \frac{0{,}14}{0{,}143} = 0{,}98$;

$$U_{\max} = \sqrt{9{,}81 * 9{,}5 * 0{,}0003} = 0{,}167 \text{ м/с};$$

$$K_{n\max} = \frac{0{,}14}{0{,}167} = 0{,}84.$$

Так як $K_{n\min}$, $K_{n\max}$ знаходяться в межах 0,75÷1, річище – у стані рівноваги та в його укріпленні немає потреби.

Переміщення наносів по дну з утворенням гряд розраховуємо при максимальній і мінімальній глибині потоку і швидкості течії в річці.

Параметр який характеризує умови грядоутворення, визначаємо за формулою:

$$A_i = \frac{v_i}{\sqrt{(1{,}1gH_i / \alpha}(d / H_i)^{0{,}25}}, \qquad (4.3)$$

де v_i – швидкість руху води в річці в період, який розглядається (прийнято А $v_{\min} = 0{,}4$ м/с або $v_{\max}$ = 1,2 м/с);

H_i – глибина води у річці, м;

α – повний коректив живої сили на нерівномірне розподілення швидкостей і їх пульсацію (приймаємо згідно [2] α =1,8);

d – діаметр частинок наносів, м (приймаємо в залежності від гідравлічної крупності наносів d = 1,05 мм);

$$A_{v_{\max}H_{\max}} = \frac{1{,}2}{\sqrt{(1{,}1 * 9{,}81 * 9{,}5 / 1{,}8}(1{,}05 * 10^{-3} / 9{,}5)^{0{,}25}} = 1{,}57;$$

$$A_{v_{\min}H_{\max}} = \frac{0{,}4}{\sqrt{(1{,}1 * 9{,}81 * 9{,}5 / 1{,}8}(1{,}05 * 10^{-3} / 9{,}5)^{0{,}25}} = 0{,}524;$$

$$A_{v_{\max}H_{\min x}} = \frac{1{,}2}{\sqrt{(1{,}1 * 9{,}81 * 7 / 1{,}8}(1{,}05 * 10^{-3} / 7)^{0{,}25}} = 1{,}65;$$

$$A_{v_{\min}H_{\min x}} = \frac{0{,}4}{\sqrt{(1{,}1 * 9{,}81 * 7 / 1{,}8}(1{,}05 * 10^{-3} / 7)^{0{,}25}} = 0{,}55.$$

У всіх чотирьох випадках грядоутворення в руслі ріки відсутнє, тому що A < 1,66.

Шугольодовий режим оцінюється за допомогою критеріальних швидкостей.

Мінімальна швидкість у річці v_{min} = 0,4 м/с, що менше першої крітеріальної швидкості, яка дорівнює 0,5 м/с, тому шугольодового утруднення не виникає при заборі води.

Друга критеріальна швидкість, що характеризує умови транспорту шуги, розраховується за формулою:

$$v_{k2} = 0{,}7 + 0{,}06H_p, \tag{4.4}$$

де H_p – розрахункова глибина потоку при шугоході, м;

$$H_p = 0{,}7H_{\max}, \tag{4.5}$$

де $H_{\max}$ – максимальна глибина в річці, м.

$$H_p = 0{,}7 * 9{,}5 = 6{,}65 \text{ м};$$

$$v_{k2} = 0{,}7 + 0{,}06 * 6{,}65 = 1{,}15 \text{ м}.$$

Максимальна швидкість руху води в річці v_{max} = 1,2 м/с більша, ніж друга крітеріальна, тому утруднення при заборі води через шугу можливе. Щоб запобігти цьому грати встановлено в оголовку з гідрофобним ебонітовим покриттям стержнів.

4.1.3 Вибір і обґрунтування типу водозабірних споруд

Водозабірні споруди розташовані на березі водотоку. Берег, на якому влаштовані водозабірні споруди, стійкий, не затоплюється паводковими водами.

Враховуючи пологість берега та дна річки і те, що потрібні для забору води глибини знаходяться на відстані від берега і різниця між горизонтом високих і низьких вод дорівнює 2,5 м, а також корисну продуктивність споруд (0,529 м^3/с), прийнято русловий тип водозабірних споруд сумісного типу.

Таким чином, компоновка основних елементів – оголовок, береговий колодязь сумісний з насосною станцією І-го підйому.

Прийнята перша категорія надійності водозабірних споруд. Умови забору води – легкі (прийнято по [1]), тому що каламутність води в річці дорівнює 100 мг/л, що не перевищує 500 мг/л; внутриводне утворення льоду відсутнє, а також товщина його, яка дорівнює 0,45 м, не перевищує 0,8 м.

Прийняті водозабірні споруди з урахуванням умов джерела водопостачання, вимог водоспоживачів, умов експлуатації відносяться до поверхневих господарсько-питних водозабірних споруд середньої продуктивності.

4.1.4 Розрахунок елементів водозабірних споруд

Розрахунок оголовка

Загальну площу грат визначаємо за формулою:

$$\Omega_{бр} = 1{,}25 q_p K_{ст} / v_{вх}, \quad (4.6)$$

де q_p – розрахункова витрата, м^3/с (q_p = 0,53 м^3/с);

$v_{вх}$ – швидкість входу води в водоприймальні отвори (м/с) без врахування площі, яка зайнята стержнями грат (приймаємо по [1] $v_{вх}$ = 0,3 м/с);

$K_{ст}$ – коефіцієнт стиснення площі вікна стержня грат, який визначаємо за формулою:

$$K_{ст} = \frac{a + d}{a}, \quad (4.7)$$

де а – відстань між стержнями в просвіті (у стандартних грат дорівнює 50 мм);
d – діаметр або товщина стержня (у стандартних грат дорівнює 6 мм).

$$K_{ст} = \frac{50 + 6}{50} = 1{,}12;$$

$$\Omega_{бр} = 1{,}25 * 0{,}53 * 1{,}12 / 0{,}3 = 2{,}47 \text{ м}^2.$$

Приймаємо стандартні грати в кількості 2 шт., площа кожної складає 1,68 м^2, тоді загальна площа складає 3,36 м^2. Параметри прийнятих грат: Н = 1820 мм, H_1 = 1520 мм, H_2 = 1400 мм, h = 80 мм, h_2 = 50 мм, L = 1300 мм, L_1 = 1280 мм, m = 120 кг.

Мінімальна глибина в місці установки оголовку при рівні низьких вод:

$$H_{\min} = h_г + 0{,}5h_{хв} + 0{,}8, \quad (4.8)$$

де $h_г$ – висота прийнятих грат,м;

$h_{хв}$ – висота хвилі,м;

$$H_{\min} = 1{,}82 + 0{,}5 \cdot 0{,}4 + 0{,}8 = 2{,}82 \text{ м.}$$

Розрахунок самопливних ліній

Місце розташування берегового колодязя обирається на відмітці, яка перевищує рівень високих вод на величину не менше:

$$H_k = 0{,}5h_{хв} + 0{,}5, \quad (4.9)$$

де $h_{хв}$ – максимальна висота хвилі, м (приймаємо за додатком А);

$H_k = 0{,}5 \cdot 0{,}4 + 0{,}5 = 0{,}7$ м.

Позначка ГВВ складає 40 м, зважаючи на умову (2.118), обрано місце розташування берегового колодязя на позначці 40,7 м.

Довжина самопливних ліній визначається відстанню між оголовком і береговим колодязем і складає (по генплану водозабору) L = 250 м. По кількості відділів оголовка приймаємо дві робочі самопливні лінії, витрата по одній лінії $q_c = 0{,}53/2 = 0{,}265$ м^3/с.

При орієнтовній швидкості руху води в самопливних лініях v = 1,6 м/с [1], розраховуємо діаметр:

$$d = \sqrt{\frac{4q_c}{\pi v}}, \quad (4.10)$$

$$d = \sqrt{\frac{4 * 0{,}265}{3{,}14 * 1{,}6}} = 0{,}469 \text{ м.}$$

Приймаємо d = 500 мм, перераховуємо швидкість:

$$v = \frac{4 * 1{,}25}{3{,}14 * 1^2} = 1{,}35 \text{ м/с.}$$

Незамулюваність самопливних ліній перевіряється за формулою А.С. Образовського:

$$\rho \le 0{,}11(1 - \sigma_{сер} / u_1)^{4{,}3}(v_{сер}{}^3)/(q\sigma_{сер}d), \quad (4.11)$$

де ρ - каламутність водойми, кг/м^3

$\sigma_{сер}$ – середньозважена гідравлічна крупність частинок, м/с ($\sigma_{сер}$ = 0,14 м/с);

$v_{сер}$ – середня швидкість в трубопроводі, м/с;

d – діаметр самопливної лінії, м;

u_1 – швидкість, яка визначається:

$$u_1 = \sqrt{g} v_{сер} / C, \tag{4.12}$$

де С – коефіцієнт Шезі:

$$C = (d/4)^{4,3} / n, \tag{4.13}$$

де n – коефіцієнт шорсткості (для забруднених трубопроводів приймаємо 0,014):

$$C = (0,5/4)^{4,3} / 0,014 = 0,0093;$$

$$u_1 = \sqrt{9,81} \cdot 1,35 / 0,0093 = 452,56 \text{ м/с};$$

$$\rho \le 0,11(1 - 0,14/452,56)^{4,3}(1,35^3)/(9,81 * 0,5 * 0,14) = 0,393 \text{ кг/м}^3,$$

Умова (2.125) виконується, розрахункова швидкість в самопливних лініях при нормальній роботі забезпечує їх незамулюваність.

Обираємо промивку прямим током води. Швидкість руху води при промивці:

$$v_{пр} = A_{пр}(d \cdot D)^{0,25}, \tag{4.14}$$

де d – середньозважений діаметр частинок наносів, які вимиваються, м; d = 0,5 мм = 0,0005 м;

D – діаметр самопливної лінії, м;

$v_{пр} = 7,5(0,0005 \cdot 0,5)^{0,25} = 0,94$ м/с.

Повні втрати напору в самопливній лінії:

$$h = il + \sum \xi \frac{v^2}{2g}, \tag{4.15}$$

де l – довжина самопливної лінії, м;

i – питомий опір трубопроводу (приймаємо по [4]);

ξ - коефіцієнт місцевого опору;

v – швидкість руху води в самопливній лінії, м/с.

Втрати напору при нормальній роботі:

$$h = 2,7/1000 * 250 + (0,1 + 2 * 0,6 + 0,2)\frac{1,35^2}{2 * 9,81} = 0,87 \text{ м.}$$

Втрати напору при аварійній роботі, тобто $q_c' = 0,7q_p$:

$$h = 5,26/1000 * 250 + (0,1 + 2 * 0,6 + 0,2)\frac{1,89^2}{2 * 9,81} = 1,69 \text{ м.}$$

Розрахунок сіток

Загальну площу сіток визначаємо за формулою:

$$\Omega_{бр} = 1,25 q_p K_{ст} / v_{вх}, \quad (4.16)$$

де $v_{вх}$ - швидкість руху води в сітці (приймаємо $v_{вх}$= 0,8 м/с);

$K_{ст}$ - коефіцієнт стиснення живого перетину сітки проволоками, який визначаємо за формулою:

$$K_{ст} = \left(\frac{a_{ст} + c_{ст}}{a_{ст}}\right)^2, \quad (4.17)$$

де $a_{ст}$ – діаметр проводоки сітки, мм (приймаємо за [29] із стандартних діаметрів 1,2 мм);

$c_{ст}$ – відстань між сусідніми проволоками в просвіті, (приймаємо за [29] рівною 2 мм).

$$K_{ст} = \left(\frac{2 + 1,2}{2}\right)^2 = 2,56;$$

$$\Omega_{бр} = 1,25 * 0,53 * 2,56 / 0,8 = 2,12 \text{ м}^2.$$

Забезпечувана продуктивність дозволяє прийняти плоскі сітки в кількості 2 шт., площа кожної з яких дорівнює 2,5 м^2. Основні розміри прийнятих плоских сіток: H = 2630 мм, L = 1380 мм, m = 108,5 кг, b = 2 мм, d = 1,2 мм.

Розрахунок рибозахисних пристроїв

Рибозахисні пристрої передбачаємо для запобігання травмування і загибелі риб в водозаборі. Ці пристрої одночасно очищують воду від плаваючих забруднень.

Рибозахисні пристрої прийнято механічного типу – фільтруючі касети, які виконані у вигляді просторової рами з решітчастими стінками, між якими прокладено фільтруючий матеріал 1, касети встановлюють в направляючі грати 2 (швелера).

Фільтруючі касети встановлюються в літній період.

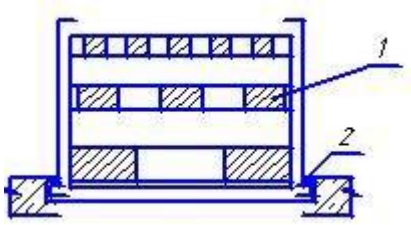
В якості фільтруючого матеріалу використовуємо пластмасові кульки d = 30 мм, таким чином товщину касети розраховуємо за формулою:

$$B_k = 5 * d, \tag{3.18}$$

де d – середня крупність зерен наповнювача, мм.

$B_k = 5 * 30 = 150$ мм.

Швидкість руху води через касету дорівнює 0,09 м/с.



1 - пакетно-рейковий фільтр; 2 - направляючий швелер оголовка.

Рис.4.1 – Схема установки фільтруючої касети.

4.1.5 Розрахунок головного і допоміжного обладнання насосної станції І-го підйому

Від насосної станції І-го підйому вода подається на очисні споруди по двом напірним водоводам (n = 2).

Витрата води по кожному з напірних водоводів визначаємо за формулою:

$$q_н = q_р / n, \tag{4.19}$$

$$q_н = 0{,}53 / 2 = 0{,}265 \text{ м}^3/\text{с} = 265 \text{ л/с}.$$

Діаметр напірних водоводів розраховується з врахуванням економічного фактору по приведеній витраті, яка визначається за формулою:

$$q_{пр} = q_н \sqrt[3]{E_ф / E_{табл}}, \quad (4.20)$$

де $E_ф$ – фактичне значення економічного фактору (розраховуємо за [4], $E_ф$ = 0,33);

$E_{табл}$ – табличне значення економічного фактору, яке є найбільш близьким ло $E_ф$ ($E_{табл}$ = 0,5).

$$q_{пр} = 0,265\sqrt[3]{0,33/0,5} = 0,23 \text{ м}^3/\text{с}.$$

Діаметр напірних водоводів визначаємо за формулою:

$$D_п = \sqrt{\frac{4q_{пр}}{\pi v}}, \quad (4.21)$$

де v – швидкість руху води (приймаємо по [1] v = 1,5 м/с).

$$D_п = \sqrt{\frac{4*0,23}{3,14*1,5}} = 0,441 \text{ м},$$

тобто приймаємо $D_п$ = 500 мм, тоді перераховуємо швидкість:

$$v = \frac{4*0,23}{3,14*0,5^2} = 1,17 \text{ м/с}.$$

Втрати напору в напірних водоводах розраховуємо за формулою:

$$h_в = il, \quad (4.22)$$

де *i* – питомий опір водоводу (приймаємо *i* = 0,0036);

l – довжина напірних водоводів l = 500 м

$$h_в = 0,0036*3500 = 1,8 \text{ м}.$$

Необхідний напір насосів насосної станції І-го підйому розраховується за формулою:

$$H_н = П_{ос} - Z_{вс} + h_в + h_{нс} + h_{вил}, \quad (4.23)$$

де $П_{ос}$ – п’єзометрична позначка очисної станції, яка розраховується за формулою:

$$П_{ос} = Z_{ос} + H_{ос}, \quad (4.24)$$

де $Z_{ос}$ – позначка землі біля очисної станції, м (приймаємо рівною 47,5м);

$H_{ос}$ – вільний напір біля очисної станції, м (приймаємо рівним 10м).

$$П_{ос} = 47,5 + 10 = 57,5 \text{ м};$$

$Z_{вс}$ – позначка рівня води у відділені всмоктувальних труб, яка визначається за формулою:

$$Z_{вс} = Z_{ГНВ} - h_c - \sum h - h_{гр}, \quad (4.25)$$

де $Z_{ГНВ}$ – позначка рівня горизонту низьких вод, м (приймаємо рівною 37,5м);

h_c – втрати напору у сітках, м (приймаємо за [28] рівними 0,1 м);

$h_{гр}$ – втрати напору у гратах, м (приймаємо за [28] рівними 0,1 м);

$\sum h$ - втрати напору в самопливних лініях ($\sum h$ = 1,69 м);

$$Z_{вс} = 37,5 - 0,1 - 0,1 - 1,69 = 35,61 \text{ м};$$

$h_в$ – втрати напору в напірних водоводах, м;

$h_{нс}$ – втрати напору в середині насосної станції, які приймаються рівними 10% від втрат напору в напірних водоводах, тобто $h_{нс}$ = 0,1*1,8 = 0,18 м;

$h_{вил}$ – втрати напору через нещільності, м (приймаємо 1 м);

$$H_н = 57,5 - 35,61 + 1,8 + 0,18 + 1 = 24,87 \text{ м}.$$

За корисною продуктивністю і визначеним необхідним напором насосів приймаємо насос типу Д3200-33 в кількості 3 шт., з яких 1 робочі і 2 резервних (для І-ої категорії надійності).

Потужність насосу розраховується за формулою:

$$N_н = \rho g H Q / 1000 * \eta_н, \quad (4.26)$$

де Н – напор насосу, м;

Q – продуктивність насосу, $м^3/с$;

$$N_н = 1000 * 9,81 * 0,53 * 34,25 / 1000 * 0,9 = 197,86 \text{ кВт}.$$

Потужність двигуна насосу розраховується за формулою:

$$N_{дв} = K N_н / \eta_{дв}, \quad (4.27)$$

де К – коефіцієнт запасу, який враховує можливість перевантаження (при $N_Н$=197,8кВт k=1,1);

$\eta_н$ – ККД передачі (при беспосередньому з'єднанні валу насоса і електродвигуна приймаємо $\eta_н$=1);

$N_{дв} = 1,1 * 197,8 / 1 = 217,6$ кВт.

Приймаємо електродвигун типу АОЗ-3553-4 потужністю 250 кВт.

Діаметр всмоктувальних водоводів для прийнятої кількості насосів розраховується на повну продуктивність водозабірних споруд за формулою:

$$D_{вс} = \sqrt{\frac{4q_p}{\pi v}}, \quad (4.28)$$

де v – швидкість руху води в водоводі, м/с (приймаємо по [1] v = 1,6 м/с);

$$D_{вс} = \sqrt{\frac{4 * 0,53}{3,14 * 1,6}} = 0,649 \text{ м},$$

тобто приймаємо $D_{вс}$ = 700 мм, тоді перерахована швидкість:

$$v = \frac{4 * 0,53}{3,14 * 0,7^2} = 1,38 \text{ м/с}.$$

Для видалення осаду з приямків (який далі потрапляє до каналізації і відводиться за межі санітарної зони) передбачаємо гідроелеватор.

Маса осаду, що осідає:

$$m = Q * \rho_{ос} * 0,01, \quad (4.29)$$

де Q – продуктивність насосної станції, м^3/доб;

ρ – каламутність води в водоймі, кг/м^3;

0,01 – кількість осаду, що осідає в % від загальної його кількості.

$m = 0,53 * 3600 * 24 * 0,1 * 0,01 = 45,79$ кг/доб.

Об’єм осаду:

$$V = \frac{m}{\rho_{ос}}, \quad (4.30)$$

де $\rho_{ос}$ – густина осаду, кг/м^3;

$$V = \frac{45,79}{1100} = 0,041 \text{ м}^3.$$

Об’єм приямків:

$$V_{пр} = S * h, \quad (4.31)$$

де S – площа приямку, м^2;

h – відстань від дна приямку до стінки, м;

$V_{пр} = 0,8 * 0,8 * 0,5 * 4 = 1,28$ м^3.

З розрахунків виходить, що приямок заповнюється осадом за 30 днів, тобто гідроелеватор повинен працювати 1 раз на 30 днів. Виходячи з об'єму осаду, що необхідно перекачати, приймаємо гідроелеватор типу ВСН-50.

Для видалення з насосної станції дренажних вод призначаємо дренажний насос.

$$Q_д = (1{,}5...2)(\sum q_1 + q_2), \tag{4.32}$$

де Σq_1 – сумарні втрати через сальники (приймаємо по [6] по 0,1 л/с на кожне сальникове ущільнення);

q_2 – фільтраційна втрата через стіни.

$$q_2 = 1{,}5 + 0{,}001W, \tag{4.33}$$

де W – об'єм машинної зали, розташованої нижче ґрунтових вод (W = 1890 м^2);

$q_2 = 1{,}5 + 0{,}001 * 1890 = 3{,}39$ л/с,

$Q_д = 2 * (0{,}05 * 12 + 3{,}39) = 7{,}98$ л/с.

В якості дренажного насосу приймаємо вихровий консольний самовсмоктувальний насос ВКС 10/45.

4.1.6 Визначення розмірів водозабору

Розміри водозабору в плані і по висоті визначаються конструктивно з урахуванням технічної експлуатації і техніки безпеки. При цьому вихідними є позначки рівнів води в джерелі і розміри підйомного обладнання.

Визначення висоти берегового колодязя починаємо з визначення позначків рівнів води в приймальному відділенні всмоктувальних труб.

Позначка рівня води в відділенні всмоктувальних труб:

$$Z_{вс} = Z_{ГНВ} - h_c - \sum h - h_{гр}, \tag{4.34}$$

де $Z_{гнв}$ – позначка горизонту низьких вод, м;

h_c – втрати напору в сітках, м (приймаємо по [2] $h_c = 0{,}1$ м);

$h_{гр}$ – втрати напору в гратах, м (приймаємо по [2] $h_{гр} = 0{,}1$ м);

$\sum h$ – втрати напору в самопливних лініях;

$Z_{вс} = 37{,}5 - 0{,}1 - 0{,}1 - 1{,}69 = 35{,}61$ м.

Для того, щоб забезпечити пропуск води через плоскі сітки позначка дна приймального відділення повинна бути:

$$Z_д = Z_{пр} - H_c - 0{,}5, \quad (4.35)$$

де H_c – висота сітки, м;

$$Z_д = 35{,}61 - 2{,}63 - 0{,}5 = 32{,}48 \text{ м.}$$

Позначка дна відділення при горизонтальних всмоктувальних трубах повинна бути:

$$Z_д = Z_{вс} - 5{,}7Д_{вс}, \quad (4.36)$$

де $Д_{вс}$ – діаметр всоктувальних труб, м;

$$Z_д = 35{,}61 - 5{,}7 * 0{,}7 = 31{,}7 \text{ м.}$$

За розрахункову позначку дна колодязя приймаємо меншу з розрахованих за формулами (8.2) і (8.3), тобто $Z_д = 31{,}7$ м.

Минимальна висота наземної частини:

$$H_{наз} = 0{,}1 + H + h_1 + 0{,}3 + h_c + h_г + h_{тр}, \quad (4.37)$$

де 0,1 – мінімальна відстань від низу перекриття до верху вантажо-підйомного обладнання;

H – висота крану над підкрановою рейкою (приймаємо за технічними характеристиками вантажопідйомного обладнання по [26, 27]);

h_1 – мінімальна висота от крюка крана до подкрановой рейки приймаємо за технічними характеристиками вантажопідйомного обладнання по [26, 27]);

h_c – висота строповки вантажу (приймаємо 0,5 м);

$h_г$ – максимальна висота груза, м;

$h_{тр}$ – мінімальна відстань від вантажа до встановленного обладнання (приймаємо 0,5 м).

Прийняте вантажо-підйомне обладнання:

- для приймального відділення – кран-балка вантажопідйомністю 3,2 т з прольотом 6 м;
- для насосної станції – мостовий кран з електроприводом вантажопідйомністю 15 т з прольотом 14 м.

Мінімальна висота наземної частини приймального відділення:

$H_{наз} = 0{,}1 + 0{,}61 + 0{,}34 + 0{,}3 + 0{,}5 + 3{,}1 + 0{,}5 = 5{,}45$ м,

найближча стандартна висота 6 м.

Мінімальна висота наземної частини насосної станції:

$H_{наз} = 0{,}1 + 2{,}3 + 0{,}6 + 0{,}3 + 0{,}5 + 3{,}2 + 0{,}5 = 7{,}5$ м,

найближча стандартна висота 8,4 м.

Наземна частина прийнята прямокутною в плані, а підземна – круглою. Вільна площа машинного залу використана для монтажного майданчика, а також для розміщення допоміжного обладнання. Допоміжні приміщення розміщено на перекритті.

4.1.7 Санітарна охорона водозабірної споруди

Відповідно до [25, п.15] зона санітарної охорони джерела водопостачання в місці забору води складається з трьох поясів: першого – суворого режиму, другого і третього – режимів обмеження.

Перший пояс охоплює частину ріки в місці забору води з неї і територію розміщення водозабірних споруд. Територія І-го поясу огороджена забором, озеленена та ізольована. На ній заборонено будь-яке будівництво, проживання людей, випуск стоків, купання і випасання худоби, рибалка, застосування ядо хімікатів і добрив.

Межі першого поясу санітарної охорони ріки:

- вверх за течією – 200 м від водозабору;
- вниз за течією – 100 м від водозабору;
- по берегу, який примикає до водозабору – 100 м від лінії урізу води при найвищому її рівні.

Другий пояс санітарної охорони охоплює саме водне джерело, його притоки і навколишню територію. В межах другого поясу санітарної охорони проводяться оздоровчі заходи та обмеження господарської діяльності з метою захисту води від неприпустимого погіршення якості води в ній.

Межа ІІ-го поясу санітарної охорони:

- угору за течією – виходячи з середньої швидкості добігання води від межі поясу до водозабору при 95 % забезпеченості середньомісячних витрат.

де v – швидкість руху води в річці, м/с;

t – час добігання води, доб (приймаємо за [25] t = 5 діб);

$L_2 = 0{,}4 * 3600 * 24 * 5 / 1000 = 172{,}8$ км.

- вниз за течією – 250 м;
- бокові межі – за водорозділом;

Межі третього поясу:

- угору і вниз – такі, як у другого поясу;
- бокові – за вододілом, не більш 3–5 км від водотоку.

Санітарні заходи такі ж, як у другого поясу, але допускається лісозаготівля.

4.2 Розрахунок водозабірних споруд з підземного джерела для варіанту живлення мережі за схемою В

4.2.1 Оцінка якості води

Водопостачання міста здійснюється шляхом використання підземних вод напірного горизонту тріщинуватих вапняків палеогенового періоду. Дані про хімічний склад підземних вод, а також граничнодопустимі концентрації (ГДК) компонентів у відповідність до вимог [29] наведено в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 – Характеристики якості води

Показники хімічного складу	Вміст у воді	ГДК
Сухий залишок, мг/л	250	1000
Водневий показник pH	7,2	6-9
Загальна твердість	6,0	7,0
Хлориди Cl^-, мг/л	50	350
Сульфати SO_4^{2-}, мг/л	100	500
Залізо Fe, мг/л	0,2	0,3
Фтор F, мг/л	0,7	0,7-1,5
Миш’як As, мг/л	0,01	0,05
Свинець Pb, мг/л	0,02	0,03

Нітрати NO_3^-, мг/л	7,0	45
Цинк Zn^{2+}, мг/л	2,5	7
Стронцій Sr, мг/л	2,0	5
Число микроорганізмів в 1 $дм^3$ води	80	100
Колі-індекс	2	3

Аналіз даних показує, що показники якості підземної води відповідають вимогам [29]. Спостерігається лише невелике невідповідність величини загальної жорсткості води нормативним показникам. В процесі експлуатації водозабору існує можливість збільшення кламутності підземної води та бактеріальне забруднення. З цього випливає, що необхідно вжити додаткових заходів щодо поліпшення якості води.

4.2.2 Заходи щодо поліпшення якості води

Для зменшення кількості бактерій, що містяться в підземних водах, і зменшення коли-індексу проводиться знезараження води. Для цього проводиться обробка води ультрафіолетовим випромінюванням, в результаті вода протягом короткого часу повністю знезаражується. Метод стерилізації безконтактний, тому вода не змінює своїх фізичних, хімічних і смакових якостей.

4.2.3 Обґрунтування кількості та схеми розташування водозабірних свердловин

З урахуванням наявності геологічного водотривкого пласту розглядається розробка водозабірних споруд, що складаються з лінійного ряду свердловин, розташованих вздовж центру пласта. Оскільки породи складаються з тріщинуватих вапняків, застосовується трубчастий фільтр.

Довжина фільтра, радіус фільтра приймається рівним 0,2 м, коефіцієнт запасу – 0,75.

Продуктивність водозабірних свердловин приймається на основі визначення розрахункової здібності водозабірних свердловин Q_i, яка визначається виходячи з допустимої вхідної швидкості води у фільтр і площі робочої частини фільтра за формулою

$$Q_i=V_ф \times F_ф=65 \times K^{1/3} \times 2\pi \times r_0 \times l_0 \quad (4.38)$$

$Q_i=65 \times 20^{1/3} \times 2 \times 3.14 \times 0.2 \times 30=6612/84$ *м³/доб.*

З урахуванням можливих процесів кальматації фільтрів дебіт свердловин визначено з урахуванням коефіцієнта запасу 0,75 тобто0,75×3324,1=4959,6 *м³/доб*

Кількість свердловин визначено за формулою:

$$n = \frac{Qo}{Qf} = \frac{45767}{4959.6} = 10. \quad (4.39)$$

Приймаються кількість свердловин n = 10. Уточнений дебіт однієї свердловини буде рівний 4576,7 м³/доб. Крім експлуатованих свердловин розробляється одна резервна свердловина, на випадок виходу з ладу однієї зі свердловини лінійного ряду.

4.2.4 Обґрунтування конструкції водозабірних свердловин та їх обладнання

Вибір насосного обладнання

Глибина динамічного рівня води в свердловині перевищує 20 м, тому необхідно використовувати занурювальний насос в свердловинах. Необхідна висота напору насоса становить 86,5 м. Витрата води при роботі насоса протягом 23 годин на добу (1 год. на ремонт та профілактичні роботи) становить: 4576,7÷23=198,9 *м³/год.* Цим показниками відповідає насос типу ЕЦВ-12-210-85.

Вимоги до конструкції водозабірної свердловини

Глибина та кінцевий діаметр свердловини визначаються необхідністю розкриття водоносного горизонту тріщинуватих вапняків на повну потужність

і розрахунковим діаметром фільтрової частини у м. Отже, глибина свердловини повинна бути не менше 130 м, а кінцевий діаметр повинен забезпечити установку фільтра діаметром 0,15 м. У тріщинуватих вапняках використання фільтрів не є обов'язковим, але в даному розрахунку застосовується трубчастий фільтр. Експлуатаційна колона забезпечує безперешкодний спуск і підйом погружного насоса, в процесі його експлуатації здійснюється спостереження за положенням динамічного рівня води в свердловині. Внутрішній діаметр експлуатаційної колони приймається рівний 0,15 м (зовнішній діаметр дорівнює 0,16 м).

Для зміцнення верхньої частини стовбура свердловини на інтервалі від 0 до 30 м. встановлюється напрямна колона з зовнішнім діаметром 0,17 м. Затрубний простір напрямної та експлуатаційної колони цементуються до гирла свердловини. Глибина установки погружного насоса визначається положенням динамічного рівня води в свердловині. У свердловинах динамічний рівень буде розташовуватися на глибині 72,4 м.

Протягом перших годин експлуатації водозабору свердловини будуть працювати із само виливом, тому погружной насос на цей час буде розташовуватися на меншій глибині. При зниженні рівня насос повинен буде поступово і правильно занурюватися разом з нею до досягнення розрахункового положення динамічного рівня на глибині 76,5 м. Насосний агрегат повинен бути занурений на 3÷5 м під динамічний рівень.

4.2.5 Зони санітарної охорони

Зони санітарної охорони мають три пояси.

І пояс зони санітарної охорони - зона суворого режиму. Згідно СНиП 2.04.02-84 радіус цього шару приймаємо рівним 30 м, тому що водоносний пласт відноситься до категорії захищених.

Радіус II пояса визначаємо за формулою (18):

$$R_{II} = \sqrt{\frac{Q_в \cdot T}{\pi \cdot m \cdot \mu}}, \qquad (4.40)$$

$Q_в$ – продуктивність водозабору, м^3/доб, $Q_в$ = 45767 (м^3/доб);

Т – час надходження у водоносний пласт мікробних забруднень (приймається рівним 400 діб);

m – потужність водоносного пласта, м;

μ – коефіцієнт водовіддачі водоносного пласта [25], μ = 0,2.

Радіус другого поясу дорівнює

$$R_{II} = \sqrt{\frac{45767 \cdot 400}{3{,}14 \cdot 21{,}6 \cdot 0{,}2}} \approx 1160 \text{ м.}$$

Радіус III пояса визначаємо також по формулі (3.40) тільки з урахуванням запобігання від забруднення протягом усього часу експлуатації свердловини, тобто Т = 25 років = 9125 діб.

$$R_{II} = \sqrt{\frac{45767 \cdot 9125}{3{,}14 \cdot 21{,}6 \cdot 0{,}2}} \approx 5548 \text{м.}$$

РОЗДІЛ 5. Техніко-економічне обґрунтування

5.1 Обґрунтування та планування капітальних витрат

Планування капітальних витрат виконано по всім основним елементам системи водопостачання. Для всіх схем результати зведено до табл. 5.1– 5.3

Таблиця 5.1 – Капітальні витрати системи водопостачання (Схема А)

№	Показник	Кількість	Ціна за одиницю, тис. грн.	Сумарна вартість, тис. грн.
Основні будівлі:				
1	Русловий водозабір сумісний з НС І п.	1	127000	12700
2	Насосна станція ІІ підйому	1	43000	43000
3	Реагентне господарство	1	17520	17520
4	Цех з основними очисними спорудами	1	171400	171400
5	Хлораторна	1	5600	5600
6	Цех очищення та повторного використання промивних вод	1	59000	59000
7	Склад хлору	1	3460	3460
	Загальна вартість основних будівель			312680
Основні споруди:				
8	Змішувачі	3	620	1860
9	Контактні освітлювачі	10	1820	18200
10	РЧВ	4	3240	12960
11	Баки для піску	2	84	168
12	Резервуари промивної води	2	434	868
13	Витратні баки для коагулянту	2	24	48
14	Розчинні баки для коагулянту	2	37	74
15	Витратні баки вапна	2	31	62
	Загальна вартість основних будівель			34240
Основне обладнання:				
16	насоси насосної станції 1 підйому Д 3200 - 33	3	820	2460
17	насоси насосної станції 2 підйому Д 630-90	5	760	3800
18	промивні насоси Д 2000–21	2	860	1720
19	кран - балка 3,2 т	1	127	127
20	кран - балка 5 т	2	166,4	332,8
21	кран - балка 10 т	1	300,6	300,6
22	мостовий кран 5 т	1	340,6	340,6
23	повітродувка 1А12-30-5А	2	99,2	198,4

24	насос дозатор НД - 630/32	4	71,2	284,8
25	трансформатор	2	3400	6800
26	Хлоратор «ЛОНИИ-100»	3	420	1260
	Загальна вартість основного обладнання:			17624,2
Мережі та комунікації:				
		км	Вартість 1 км.грн	грн
27	чавунні напірні водоводи Д = 600 мм (НСІІ)	2,4	39600/6м	15840000
28	чавунні напірні водоводи Д = 600 мм (НСІ)	1,7	39600/6м	11220000
29	чавунні напірні водоводи (ВБ) Д=350 мм	0,26	12000/5,5м	567273
30	водопровідна мережа 200 мм	6,5	6500/4м	10562500
31	водопровідна мережа 250 мм	4,93	8640/4м	10648800
32	водопровідна мережа 400 мм	0,26	14600/5,5м	690182
33	водопровідна мережа 350 мм	0,546	12000/5,5м	1191273
34	водопровідна мережа 500 мм	0,9	13800/5м	2484000
35	водопровідна мережа 600 мм	0,6	39600/6м	3960000
36	водопровідна мережа 700 мм	0,28	~~121,12~~ 34600/5м	~~34,88~~ 1937600
37	водопровідна мережа 300 мм	1,385	9560/5,5м	2407382
39	водопровідна мережа 150 мм	2,88	5300/4м	3816000
	Загальна вартість мереж. грн:			65325010
Допоміжні будівлі:				
41	котельня	1	5000	5000
42	прохідна	1	264	264
43	майстерня	1	1640	1640
44	Адміністративна будівля	1	3000	3000
	Загальна вартість допоміжних будівель:			9904
Капітальні витрати всієї системи, грн:				747 773 210

Таблиця 5.2 – Капітальні витрати системи водопостачання (Схема Б)

№	Показник	Кількість	Ціна за одиницю, тис. грн.	Сумарна вартість, тис. грн.
Основні будівлі:				
1	Русловий водозабір сумісний з НС І п.	1	127000	12700
2	Насосна станція ІІ підйому	1	43000	43000
3	Реагентне господарство	1	17520	17520
4	Цех з основними очисними спорудами	1	171400	171400
5	Хлораторна	1	5600	5600
6	Цех очищення та повторного використання промивних вод	1	59000	59000
7	Склад хлору	1	3460	3460

	Загальна вартість основних будівель			312680
Основні споруди:				
8	Змішувачі	3	620	1860
9	Контактні освітлювачі	10	1820	18200
10	РЧВ	4	3240	12960
11	Баки для піску	2	84	168
12	Резервуари промивної води	2	434	868
13	Витратні баки для коагулянту	2	24	48
14	Розчинні баки для коагулянту	2	37	74
15	Витратні баки вапна	2	31	62
	Загальна вартість основних будівель			34240
Основне обладнання:				
16	насоси насосної станції 1 підйому Д 3200 - 33	3	820	2460
17	насоси насосної станції 2 підйому Д 630-90	5	760	3800
18	промивні насоси Д 2000–21	2	860	1720
19	кран - балка 3,2 т	1	127	127
20	кран - балка 5 т	2	166,4	332,8
21	кран - балка 10 т	1	300,6	300,6
22	мостовий кран 5 т	1	340,6	340,6
23	повітродувка 1А12-30-5А	2	99,2	198,4
24	насос дозатор НД - 630/32	4	71,2	284,8
25	трансформатор	2	3400	6800
26	Хлоратор «ЛОНИИ-100»	3	420	1260
	Загальна вартість основного обладнання:			17624,2
Мережі та комунікації:				
		км	Вартість 1 км	
27	чавунні напірні водоводи Д = 600 мм (НСІІ)	2,4	39600/6м	15840000
28	чавунні напірні водоводи Д = 600 мм (НСІ)	1,7	39600/6м	11220000
29	чавунні напірні водоводи (ВБ) Д=350 мм	0,26	12000/5,5м	567273
30	водопровідна мережа 200 мм	5,68	6500/4м	9230000
31	водопровідна мережа 250 мм	4,47	8640/4м	9655200
32	водопровідна мережа 400 мм	0,98	14600/5,5м	2601454.5
33	водопровідна мережа 350 мм	1,96	12000/5,5м	4276363.6
34	водопровідна мережа 600 мм	1,56	39600/6м	10296000
35	водопровідна мережа 700 мм	0,54	34600/5м	3736800
36	водопровідна мережа 300 мм	2,0	9560/5,5м	3476363.6
37	водопровідна мережа 150 мм	4,738	5300/4м	6277850
	Загальна вартість мереж і комунікацій, грн:			77177304.7
Допоміжні будівлі:				

39	котельня	1	5000	5000
40	прохідна	1	264	264
41	майстерня	1	1640	1640
42	Адміністративна будівля	1	3000	3000
	Загальна вартість допоміжних будівель:			9904
Капітальні витрати всієї системи, грн:				759 625 504.7

Таблиця 5.3 – Капітальні витрати системи водопостачання (Схема В)

№	Показник	Кількість	Ціна за одиницю, тис. грн.	Сумарна вартість, тис. грн.
Основні будівлі:				
1	Свердловини для забору води з підземного джерела	10	5960	59600
2	Насосна станція II підйому	1	43000	43000
3	Будівля станції знезараження	1	5600	5600
	Загальна вартість основних будівель			108200
Основні споруди:				
4	РЧВ	4	3240	12960
	Загальна вартість основних будівель			12960
Основне обладнання:				
5	насоси свердловини ЕЦВ 12–210–85	10	682	6820
6	насоси насосної станції 2 підйому Д 630-90	5	760	3800
7	кран - балка 5 т	2	166.4	332.8
8	трансформатор	2	3400	6800
9	Установка по знезараженню ультрафіолетом	6	420	2520
	Загальна вартість основного обладнання:			20272.8
Мережі та комунікації:				
		км	Вартість 1 км	
10	чавунні напірні водоводи Д = 600 мм (НСІІ)	0,4	39600/6м	2640000
11	чавунні напірні водоводи (ВБ) Д=350 мм	0,26	12000/5,5м	567273
12	водопровідна мережа 200 мм	4,15	6500/4м	6743750
13	водопровідна мережа 250 мм	6,42	8640/4м	13867200
14	водопровідна мережа 400 мм	0,804	14600/5,5м	2134254,5
15	водопровідна мережа 350 мм	1,29	12000/5,5м	2814545,5
16	водопровідна мережа 500 мм	1,742	13800/5м	4807920
17	водопровідна мережа 300 мм	1,5	9560/5,5м	2607272,7
18	водопровідна мережа 150 мм	6,041	5300/4м	8004325
	Загальна вартість мереж і комунікацій, грн:			44 186 540,7
Допоміжні будівлі:				
41	котельня	1	5000	5000

42	прохідна	1	264	264
43	майстерня	1	1640	1640
44	Адміністративна будівля	1	3000	3000
	Загальна вартість допоміжних будівель:			9904
Капітальні витрати всієї системи, грн:				195 523 340,7

5.2 Планування поточних витрат

Річні поточні витрати на водопостачання і очистку води :

$$B = \sum C_i , \quad (5.1)$$

де $\sum$ Ci – річна сума витрат по статтях калькуляції, грн.

$$\sum C_i = C_1 + C_2 + C_3 + C_4 + C_5 + C_6 + C_7 + C_8, \quad (5.2)$$

C_1 – витрати на сировину і матеріали;

C_2 – витрати на паливо й енергію на технологічні цілі;

C_3 – витрати на основну заробітну плату;

C_4 – витрати на додаткову заробітну плату;

C_5 – відрахування на соціальне страхування;

C_6 – витрати на утримання і експлуатацію устаткування;

C_7 – загальновиробничі витрати;

C_8 – інші виробничі витрати.

Розрахунок витрат на сировину і матеріали (реагенти) (Схеми А,Б)

Розрахунок витрат виконується у табл .5.4.

Таблиця 5.4 – Розрахунок витрат на матеріали (реагенти)

№ п/п	Матеріали	Річна витрата реагенту, т/рік.	Вартість 1т матеріалу, грн	Річні витрати на матеріали, тис. грн.
1	Пісок	346	360	124,560
2	Сірчанокислий алюміній	1467	1280	1877,76
3	Вапно	446	2800	1248,8
4	Хлор	100	8000	800,000
	Всього:			4051,12

Розрахунок витрат на паливо і енергію на технологічні цілі

Витрати електроенергії прямо пропорціональні кількості поданої води і визначаються за питомими витратами.

Розрахунок витрат виконується у табл .5.5 (для варіантів живлення мережі за схемами А та Б) та табл..6.6 (для варіанту живлення мережі за схема мою В)

Таблиця 5.5 – Розрахунок витрат на паливо і енергію на технологічні цілі

№ п/п	Агрегат	Річна витрата енергії, кВт/рік.	Вартість 1кВт електроенергії, грн	Річні витрати тис. грн.
1	Насоси на НС I підйому	247 329	6,8	1681,8372
2	Насоси на НС II підйому	573 790	6,8	3901,772
	Всього:			5583,6092

Таблиця 5.6 – Розрахунок витрат на паливо та електроенергії на технологічні цілі

№ п/п	Агрегат	Річна витрата енергії, кВт/рік.	Вартість 1кВт електроенергії, грн	Річні витрати тис. грн.
1	Насоси працюючі на підземному водозаборі	4 041 715	6,8	27483,662
2	Насоси працюючі на НС II підйому	502 942	6,8	3420,0056
	Всього:			30903,6676

Витрати на основну і додаткову заробітну плату

Витрати на заробітну плату складаються із річного фонду основної і додаткової заробітної плати основних робітників:

$$С= З_{осн.}+З_{дод.}, \quad (5.10)$$

С=3 534, 000 тис. грн.

Витрати на відрахування на соціальне страхування

Витрати на відрахування на соціальне страхування приймаються в розмірі 38% від загального фонду оплати праці.

$$C_{стр} = 0,38 * (C_3 + C_4), \quad (5.11)$$

$$C_{стр} = 0,38 \times 3534 = 1342,92 \text{ тис.грн.}$$

Витрати на утримання та експлуатацію устаткування

Мета розрахунку – визначити суму відрахувань на повне відновлення та капітальний ремонт основних фондів, та суму необхідну на їх утримання.

У цю статтю включаються:

- амортизаційні відрахування;

- витрати на зміст і експлуатацію виробничого і підйомно-транспортного устаткування в розмірі 10% ÷ 30% від амортизаційних відрахувань,

- витрати на ремонт, у розмірі 6%÷10% від суми амортизаційних відрахувань.

Суми амортизаційних відрахувань розраховуються в табл. 5.7–5.9, при розрахунку слід враховувати, що монтаж обладнання складає 20%, комунікацій- 25% від вартості.

Розрахунки наведенно в табл. 5.7–5.9.

Таблиця 5.7– Розрахунок амортизаційних відрахувань.(Схема А)

№	Основні фонди	Балансова вартість основних фондів,тис. грн.	Амортизаційні відрахування	
			Норма, %	Сума,тис. грн
1	Будівлі	312680	5	15634
2	Допоміжні будівлі	9904	5	495,2
3	Споруди	34240	5	1712
4	Обладнання	17624,2	15	2643,63
5	Водопровідні мережі	65325,010	15	9798,7515
	Разом:	439773,21		30283,5815

Таблиця 5.8 – Розрахунок амортизаційних відрахувань.(Схема Б)

№	Основні фонди	Балансова вартість основних фондів,тис. грн.	Амортизаційні відрахування	
			Норма, %	Сума,тис. грн
1	Будівлі	312680	5	15634
2	Допоміжні будівлі	9904	5	495,2
3	Споруди	34240	5	1712
4	Обладнання	17624,2	15	2643,63
5	Водопровідні мережі	77177,3047	15	11576,595705
	Разом:	451625,5047		32061,425705

Таблиця 5.9 – Розрахунок амортизаційних відрахувань.(Схема В)

№	Основні фонди	Балансова вартість основних фондів,тис. грн.	Амортизаційні відрахування	
			Норма, %	Сума,тис. грн
1	Будівлі	108200	5	5410
2	Допоміжні будівлі	9904	5	495,2
3	Споруди	12960	5	648
4	Обладнання	20272.8	15	3040,92
5	Водопровідні мережі	44 186 ,5407	15	6627,981105
	Разом:	195523,3407		16222,101105

З урахуванням витрат на утримання та ремонт обладнання, які приймаються в розмірі 10% на утримання та експлуатацію + 6% на ремонт. Загальні витрати на амортизацію, утримання та ремонт обладнання складають:

Для схеми А :

$$C=100647,2951 \text{ тис. грн.}$$

Для схеми Б :

$$C=104321,506457 \text{ тис. грн.}$$

Для схеми В :

$$C=47505,835617 \text{ тис. грн.}$$

Загальновиробничі витрати

Ця стаття калькуляції відображає витрати на утримання (заробітну плату) цехового, адміністративного, управлінського персоналу, а також утримання (амортизаційні відрахування, поточний ремонт) основних фондів загальновиробничого призначення, витрати на обслуговування виробничого процесу, витрати на охорону праці.

Витрати на утримання управлінського персоналу прийнято з розрахунків п. 5.5.2.

Прийнято, що витрати на утримання та обслуговування основних фондів загальновиробничого призначення складають 1% від витрат на утримання основних фондів виробничого призначення.

Витрати на охорону праці для розрахунків приймаються в розмірі 500 грн. на 1 працівника.

С=0,01×100647,2951 + 234,000 +52×500/1000 = 1266,473 тис. грн.(для схеми А);

С=0,01×104321,506457 +234,000 +52×500/1000 = 1303,215 тис. грн. для схеми Б);

С=0,01×47505,835617 +234,000 +52×500/1000 = 735,0584 тис. грн. .(для схеми В).

Інші виробничі витрати

Витрати по цій статті пов'язані з періодичною перевіркою якості води і приймаються у розмірі 1% від суми заробітної плати виробничих робітників та витрат на утримання основних фондів виробничого призначення.

$$С_{інш}= (З_{заг}+ С_{б})×0,01, \quad (5.12)$$

Схема А:

$$С_{інші}= (3\ 534+100647,2951)×0,01 = 1041,813 \text{ тис. грн}$$

Схема Б:

$$С_{інші}= (3\ 534+104321,506457)×0,01 = 1078,5551 \text{ тис. грн}$$

Схема В: $С_{інші}$= (3534 +47505,835617)×0,01 = 510,3984 тис. грн.

Розрахунок собівартості послуг водопостачання

Для визначення собівартості 1м^3 води усі виконані розрахунки за статтями калькуляції зводяться в табл. 5.10–5.12.

Таблиця 5.10 – Калькуляція собівартості(Схема А)

Стаття витрат	Сума витрат	
	Річний обсяг, тис. грн./рік	На 1 м^3 води
Сировина і матеріали	4051,12	0,233
Паливо й енергія на технологічні цілі	5583,6092	0,321
Основна та додатковазаробітна плата	3534	0,203
Соціальне страхування	1342,92	0,08
Утримання і експлуатація устаткування	100647,2951	5,79
Загальновиробничі витрати	1266,473	0,073
Інші виробничі витрати	1041,813	0,06
Всього витрат	117467,2303	6,76

Обсяг водоспоживання за рік становить (45767 м^3/доб×1,04) ×365=

=17 373 153,2 м^3/рік.

Таблиця 5.11 – Калькуляція собівартості(Схема Б)

Стаття витрат	Сума витрат	
	Річний обсяг, тис. грн./рік	На 1 м^3 води
Сировина і матеріали	4051,12	0,233
Паливо й енергія на технологічні цілі	5583,6092	0,321
Основна заробітна плата	3534	0,203
Соціальне страхування	1342,92	0,08
Утримання і експлуатація устаткування	104321,506	6,0
Загальновиробничі витрати	1303,215	0,08
Інші виробничі витрати	1078,5551	0,07
Всього витрат	121214,9253	6,98

Таблиця 5.12 – Калькуляція собівартості(Схема В)

Стаття витрат	Сума витрат	
	Річний обсяг, тис. грн./рік	На 1 м^3 води
Паливо й енергія на технологічні цілі	30903,6676	1,78
Основна заробітна плата	3534	0,2
Соціальне страхування	1342,92	0,08
Утримання і експлуатація устаткування	47505,836	2,73
Загальновиробничі витрати	735,0584	0,042
Інші виробничі витрати	510,3984	0,03
Всього витрат	84531,88	4,87

5.3 Планування ціни послуг водопостачання

Абсолютна економічна ефективність:

$$E_a = \frac{Ц_m - C_m}{K} - \frac{(Ц - C) * П}{K}, \qquad (5.14)$$

де Ц – ціна послуг,грн.;

Для даного населеного пункту встановлений диференційований тариф:

для населен1ня Цт = 17,8 грн., для промислових підприємств Цт = 17,8 грн.

С – сума витрат на одиницю продукції, грн., $C_А$= 6,76 грн, $C_Б$= 6,98 грн, $C_В$= 4,87 грн;

П – річний обсяг водопостачання, П = 17 373, 1532 тис. м^3/рік;

К – капітальні витрати, схема А: К = 747 773 210 грн., схема Б: К =. 759 625 504.7 грн, схема В: К = 195 523 340,7 грн.

Річний обсяг відпуску води для населення за розрахунками із спеціальної частини Q = 37997,3×1,04×365=14423926,92 м^3/рік, для підприємств : Q =7769,3×1,04×365=2949226,28 м^3/рік (за таблицею 1,9).

Для схеми живлення за варіантом А:

E_{aA}=((17,8-6,76)× 14423926,92)+(17,8-6,76)× 2949226,280))/747 773 210=0,256.

Для схеми живлення за варіантом Б:

$E_{аБ}$=((17,8-6,98)× 14423926,92)+(17,8-6,98)×2949226,280))/759625504,7=0,247.

Для схеми живлення за варіантом В:

$E_{аВ}$=((17,8-4,87)× 14423926,92)+(17,8-4,87)×2949226,280))/195523340,7=1,15.

Термін окупності системи водопостачання:

$$T=1/ E_a. \quad (5.15)$$

$T_А$=1/ E_a =1/0,256=3,9 року;

$T_Б$=1/ E_a =1/0,247=4,05 року;

$T_В$=1/ E_a =1/1,15=1 рік.

Розраховані коефіцієнти≥ $E_н$ = 0,15, найбільш економічно доцільним є схема В.

ВИСНОВКИ

1. Аналіз нормативних документів і розробок у сфері будівництва мереж транспортування води показав, що державні будівельні норми та регламенти роботи диспетчерських служб не враховують змін гідравлічних умов мережі, які необхідні для оптимізації розподілу потоків під час експлуатації та проєктування.

2. Встановлено, що з часом гідравлічний опір сталевих і чавунних труб зростає, причому інтенсивність утворення нальоту у сталевих трубах значно вища, ніж у чавунних. В середньому за п’ять років коефіцієнт втрати напору збільшується на 40-60%.

3. Аналіз гідравлічних режимів мережі при різних варіантах її живлення показав, що найбільш оптимальним є підключення водоводів до мережі у вузлі з найвищою геодезичною відміткою. За результатами дослідження таким вузлом є вузол 1.

Результи техніко-економічних розрахунків представлені у таблиці 5.13.

Таблиця 5.13 – Результи техніко-економічних розрахунків

	Показники	*Одиниці вимірювань*	*Варіант живлення за схемою А*	*Варіант живлення за схемою Б*	*Варіант живлення за схемою В*
1	*Річна виробнича потужність*	*$м^3$*	*17373153,2*	*17373153,2*	*17373153,2*
2	*Капітальні витрати*	*грн*	*747 773 210*	*759625504,7*	*195523340,7*
3	*Річні експлуатаційні витрати*	*тис,грн*	*117467,2303*	*121214,9253*	*84531,88*
4	*Собівартість 1$м^3$ води*	*грн*	*6.76*	*6.98*	*4.87*
5	*Ефективність капітальних витрат*	*–*	*0.256*	*0.247*	*1.15*
6	*Термін окупності*	*років*	*3.9*	*4.05*	*1,0*
7	*Тариф на послуги водопостачання*				
	– для населення	*грн*	*17.8*	*17.8*	*17.8*
	– для промислових підприємств	*грн*	*17.8*	*17.8*	*17.8*

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Добровольська О.Г., Єфимчук С.С. Аналіз гідравлічних показників функціонування водопровідних інженерних об'єктів. *Інженерні інновації та розбудова національної економіки* : зб. тез доп. міжнар. наук.-практ. конф., м. Запоріжжя, 9-10 трав. 2024 р. Запоріжжя, 2024. С. 761–763. URL: https://repo.btu.kharkov.ua/bitstream/123456789/57939/1/S_BIG%20DATA_174-177.pdf

2. Господарський кодекс України. URL: https://ips.ligazakon.net/document/view/T030436?an=589&ed=2015_12_25

3. Загірняк Д. М., Глухова В. І., Кравченко Х. В. Діяльність комунальних підприємств і їх фінансове забезпечення в умовах децентралізації. Ефективна економіка. 2021. No 1. URL: http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=8528 DOI: 10.32702/2307-2105-2021.1.12.

4. Дідур С., Глухова В., Кравченко Х. Аналіз та оцінка прозорості діяльності комунальних підприємств в умовах децентралізації. Економіка та суспільство. 2021. No 24. URL: https://economyandsociety.in.ua/index.php/journal/article/view/212 DOI:10.32782/2524-0072/2021-24-39

5. Асоціація Укрводоканалекологія. URL: https://www.facebook.com/Ukrvodocanal/?locale=ja_JP

6. Сарапіна О. А., Стефанович Н. Я. Аналіз діяльності комунальних підприємств та підходи до їх класифікації. Вісник ХНТУ No 2(85), 2023. URL: https://journals.kntu.kherson.ua/index.php/visnyk_kntu/article/view/271/262

7. Прохоров Б., Лоневський О. Як фінансування комунальних підприємств обмежує конкуренцію : аналітична записка. Центр економічної стратегії. 2020. 20 с. URL: https://ces.org.ua/wp-content/uploads/2020/05/Mun_enterprises.pdf

8. Закон України Про житлово-комунальні послуги. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2189-19#Text

9. Кращі з доступних технологій для житлово-комунального господарства України». Керівництво з відбору технологій/Під редакцією С. Єрмілова. – К.: «Поліграф плюс», 2016. 134 с.

10. Карпенко С.Л., Рудакова Г.В.. Автоматизація процесу керування насосним обладнанням іригаційних систем. URL: https://surl.li/dxjvwl

11. Основні відмінності між частотно-регульованим приводом і пристроєм плавного пуску. URL: https://elmar.com.ua/statt/osnovn-vdmnnost-mzh-chastotno-regulovanim-privodom-pristrom-plavnogo-pusku.html

12. Хортій В.Я. Автоматизація технологічних процесів котельних установок, як підсистеми об'єкту управління. URL: https://repositary.knuba.edu.ua/server/api/core/bitstreams/87f686cb-d82b-44db-b54b-81faab5ac940/content

13. Перетворювачі частоти: їх види, переваги і недоліки, способи управління і застосування URL: https://prk.com.ua/ua/a473092-preobrazovateli-chastoty-vidy.html

14. Карелін С. Алгоритм енергоефективного керування групою насосів в складі насосної станції, які керуються перетворювачами частоти. URL: https://hydro-ua.com.ua/articles/alhorytm-enerhoefektyvnoho-keruvannia-hrupoiu-nasosiv-v-skladi-nasosnoi-stantsii-iaki-keruiutsia-peretvoriuvachamy-chastoty/

15. Енергоефективність систем водопостачання в розрізі впливу вимог ДБН В.2.5-74:2013 «Водопостачання. Зовнішні мережі та споруди». URL: https://hydro-ua.com.ua/articles/enerhoefektyvnist-system-vodopostachannia-v-rozrizi-vplyvu-vymoh-dbn-v-2-5-74-2013-vodopostachannia-zovnishni-merezhi-ta-sporudy/

16. Херсонський Водоканал приєднався до всеукраїнського сервісу чат-ботів на платформі GKH.IN.UA. URL: https://water.kherson.ua/hersonskyj-vodokanal-pryyednavsya-do-vseukrayinskogo-servisu-chat-botiv-na-platformi-gkh-in-ua/

17. Енергосервісні ЕСКО-контракти у водопостачанні. URL: https://hydro-ua.com.ua/articles/enerhoservisni-esko-kontrakty-u-vodopostachanni/

18. Шулюк Б.С. Фінансовий механізм державно-приватного партнерства: дис. … докт. ек. наук : 08.00.08. Тернопіль, 2023. 487 с.

19. Навчання і підвищення кваліфікації у водному секторі України за вагомого залучення «Укрводоканалекології». Майстер-план. URL: https://ukrvodokanal.in.ua/wp-content/uploads/2021/10/majster-plan-navchannya-fahivtsiv-vodokanaliv.pdf

20. НКРЕКП та USAID ПЕБ провели для учасників ринку тренінг «REMIT: європейські вимоги до розвитку прозорого оптового енергетичного ринку». URL: https://www.nerc.gov.ua/news/nkrekp-ta-usaid-peb-proveli-dlya-uchasnikiv-rinku-trening-remit-yevropejski-vimogi-do-rozvitku-prozorogo-optovogo-energetichnogo-rinku

21. Економічна вигода від встановлення сонячних панелей в Україні у 2024. URL: https://dbn.co.ua/publ/vstanovlennja_sonjachnikh_panelej/28-1-0-1316

22. Коновалова А.О. Розробка екологічно-чистих підприємств на базі сонячних джерел енергії: дипломна робота. Київ, 2020. 52 с.

23. Герасімов Є. Г., Герасимов Г. Г. Використання відновлювальних джерел енергії : навч. посіб. [Електронне видання]. Рівне : НУВГП, 2023. 467 с. URL: https://surl.li/rqktwv

24. Бабаєв В. Ю. Розвиток концепції розумного міста: публічно-управлінський аспект. DOI: https://doi.org/10.26565/1684-8489-2024-1-02

25. ДБН В.2.5 – 74:2013 Водопостачання. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування. [Чинний від 2014-01-01]. Вид. офіц. Київ : Міністерство регіонального розвитку будівництва та житлово-комунального господарства України, 2013. 172 с. (Інформація та документація). URL: https://polyplastic.ua/files/DSTU/dbn_v.2.5_74_2013.pdf

26. Добровольська О. Г. Насосні та повітродувні станції : конспект лекцій для здобувачів ступеня вищої освіти бакалавра спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія» освітньо-професійної програми «Міські інженерні мережі». Запоріжжя : Запорізький національний університет, 2021. 91 с.

27. Мандрус В.І. Гідравлічні та аеродинамічні машини (насоси, вентилятори, компресори) : підручник. Львів : Вища школа, 2005.338 с. URL :https://www.twirpx.com/file/908946/

28. Добровольська О.Г., Водопровідні мережі : навчально-методичний посібник для здобувачів ступеня вищої освіти бакалавра спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія» освітньо-професійної програми «Міські інженерні мережі». Запоріжжя : Запорізький національний університет, 2022. 221 с

29. ДСанПіН 2.2.4-171-10. Державні санітарні норми та правила «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною». [Чинний від 2010-05-12]. Вид. офіц. Київ : Держспоживстандарт України, 2010. 35 с. (Інформація та документація). URL: https://dbn.co.ua/load/normativy/sanpin/dsanpin_2_2_4_171_10/25-1-0-1180

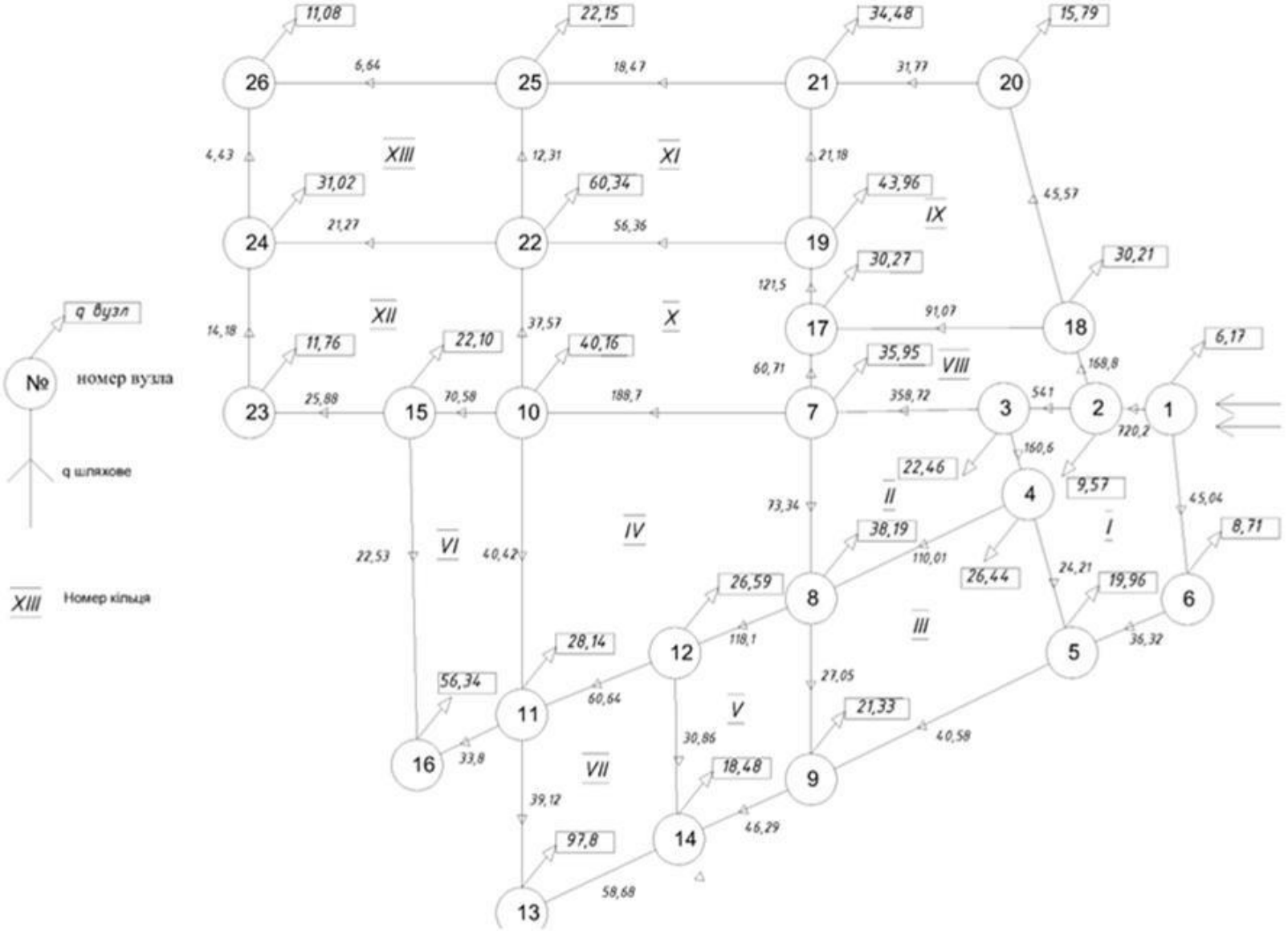


Рис.А.1 – Схема попереднього потокорозподілу для мережі А (режим максимального водорозбору)

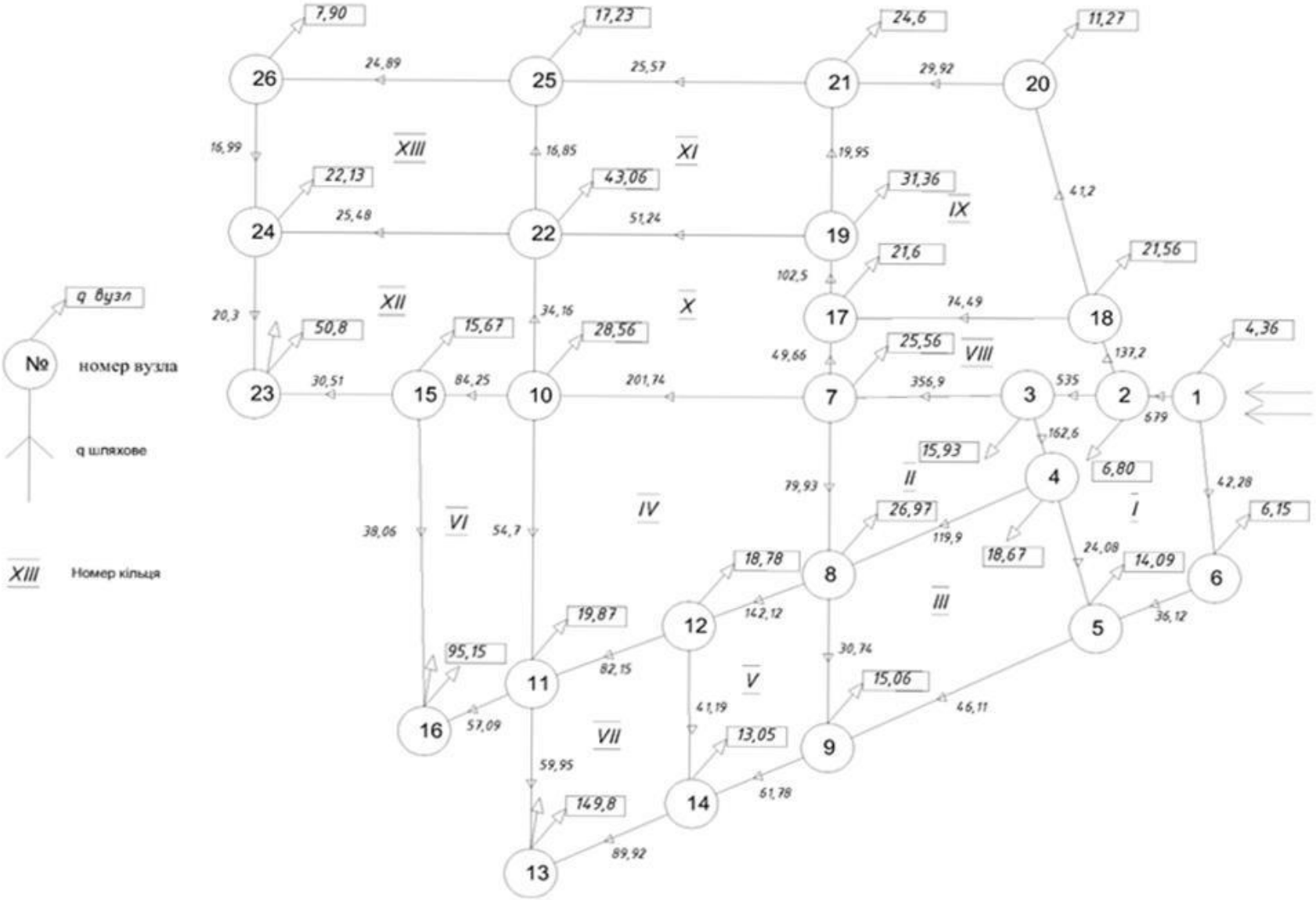


Рис.А.2 – Схема попереднього потокорозподілу для мережі А (режим пожежогасіння при максимальному водорозборі)

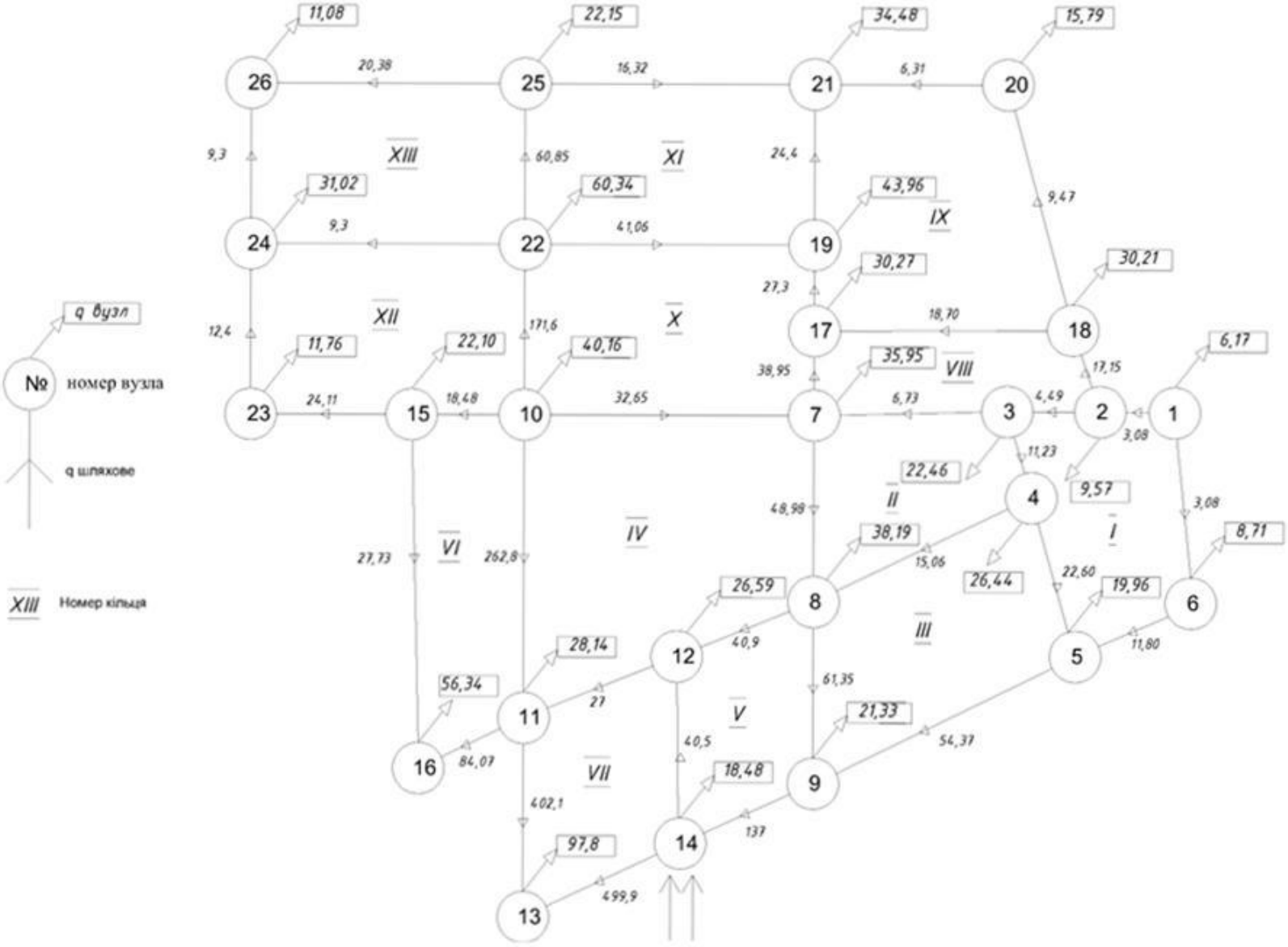


Рис.А.3 – Схема попереднього потокорозподілу для мережі Б (режим максимального водорозбору)

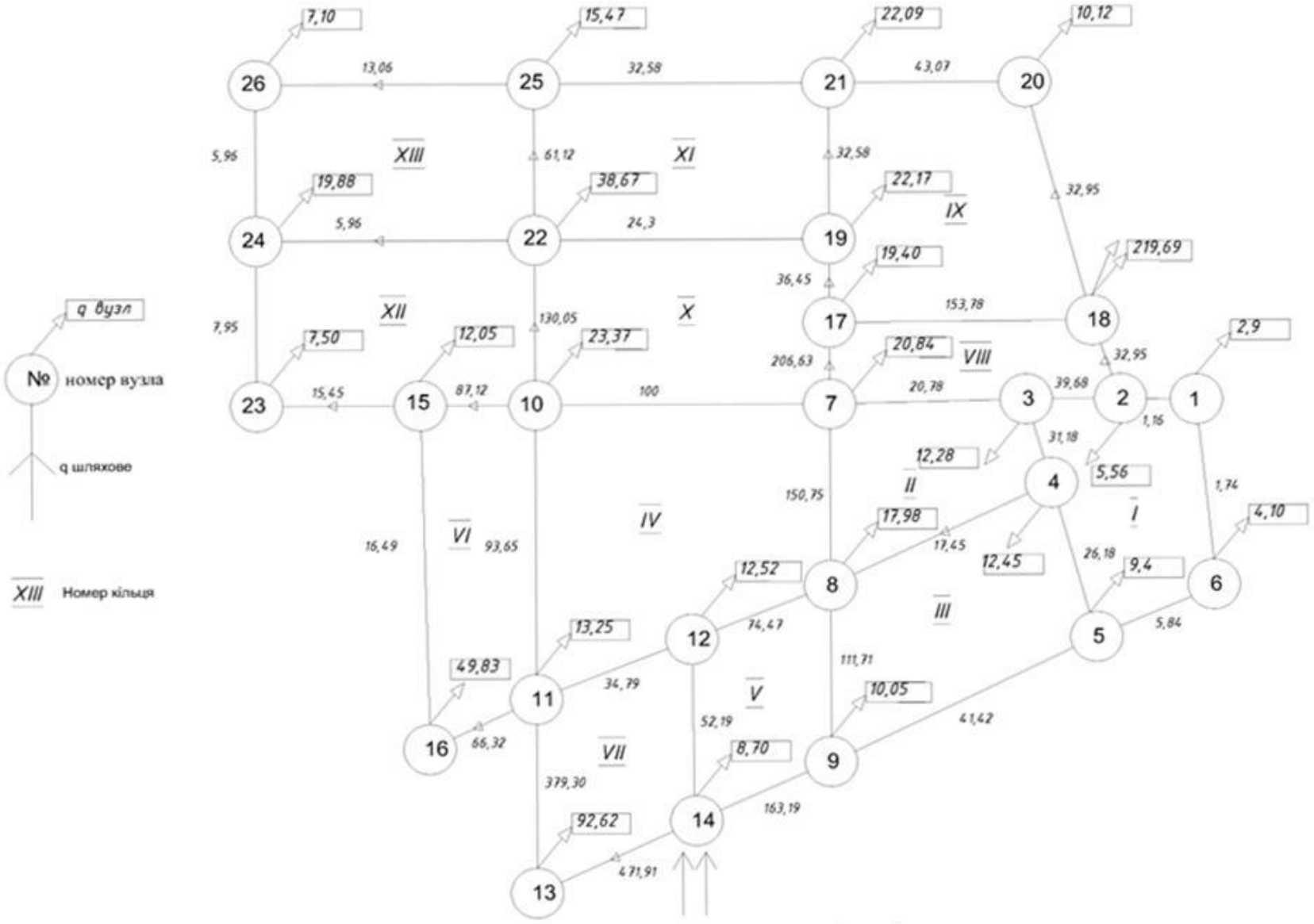


Рис.А.4 – Схема попереднього потокорозподілу для мережі Б (режим максимального транзиту)

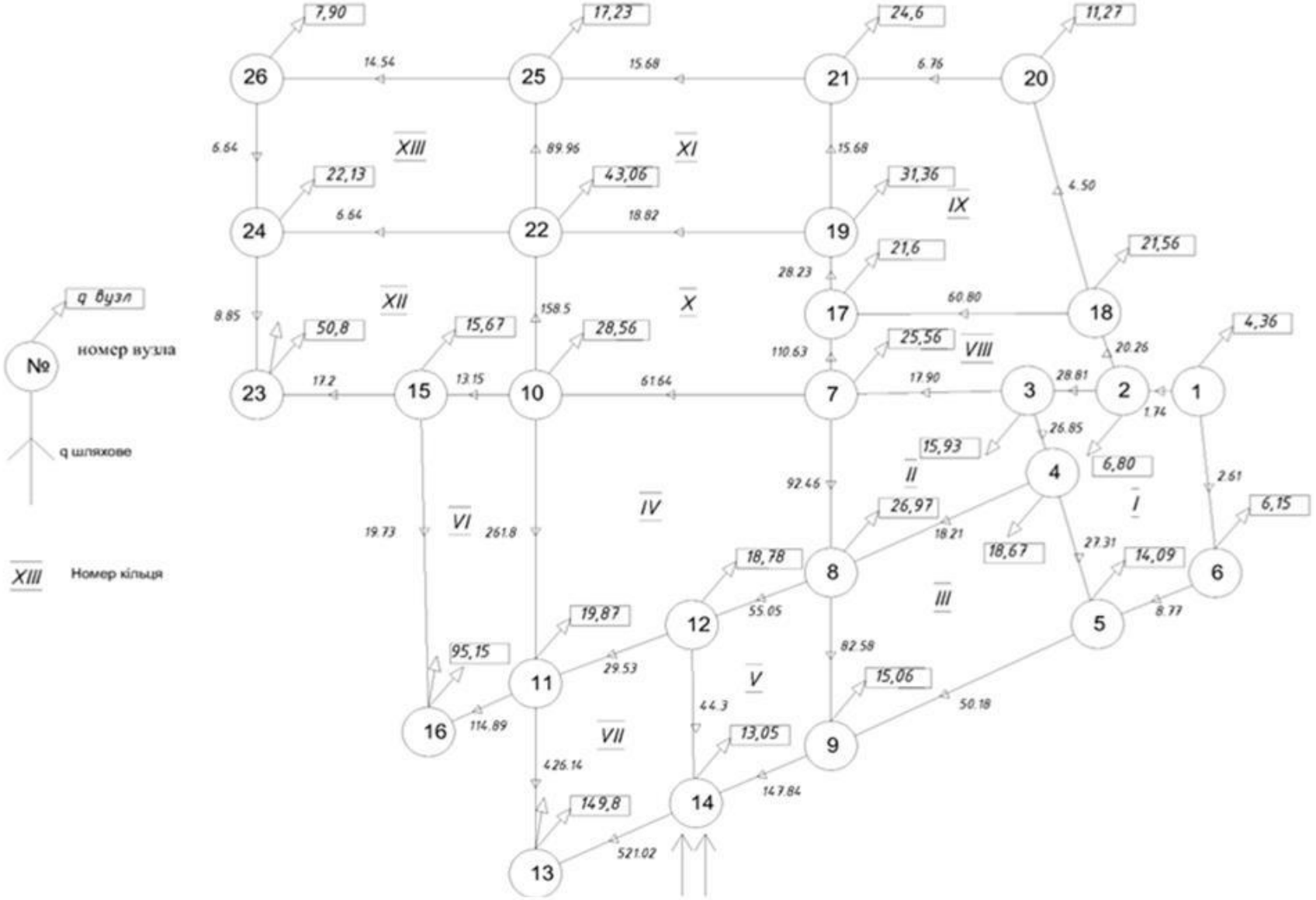


Рис.А.5 – Схема попереднього потокорозподілу для мережі Б (режим пожежогасіння при максимальному водорозборі)

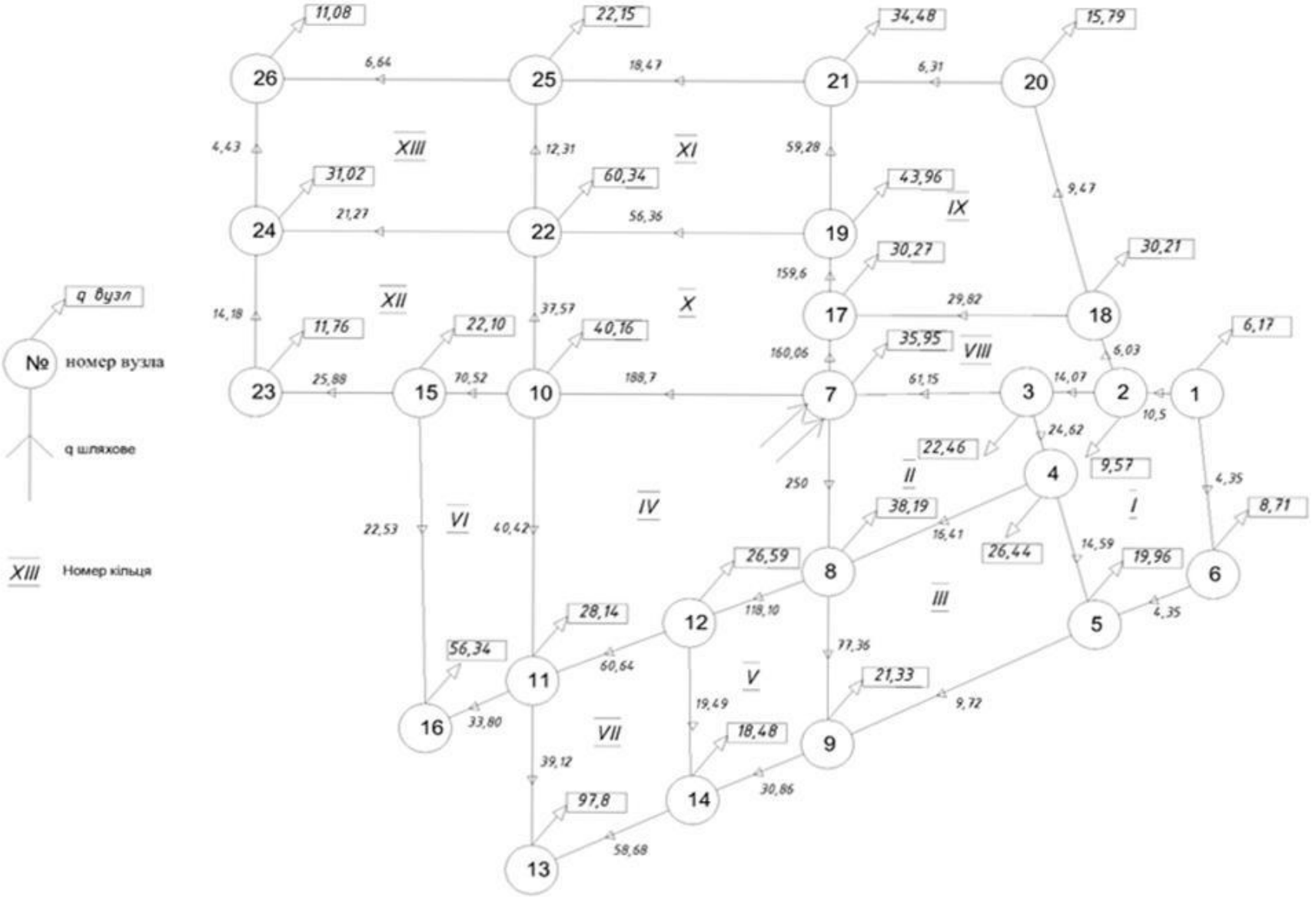


Рис.А.6 – Схема попереднього потокорозподілу для мережі В (режим максимального водорозбору)

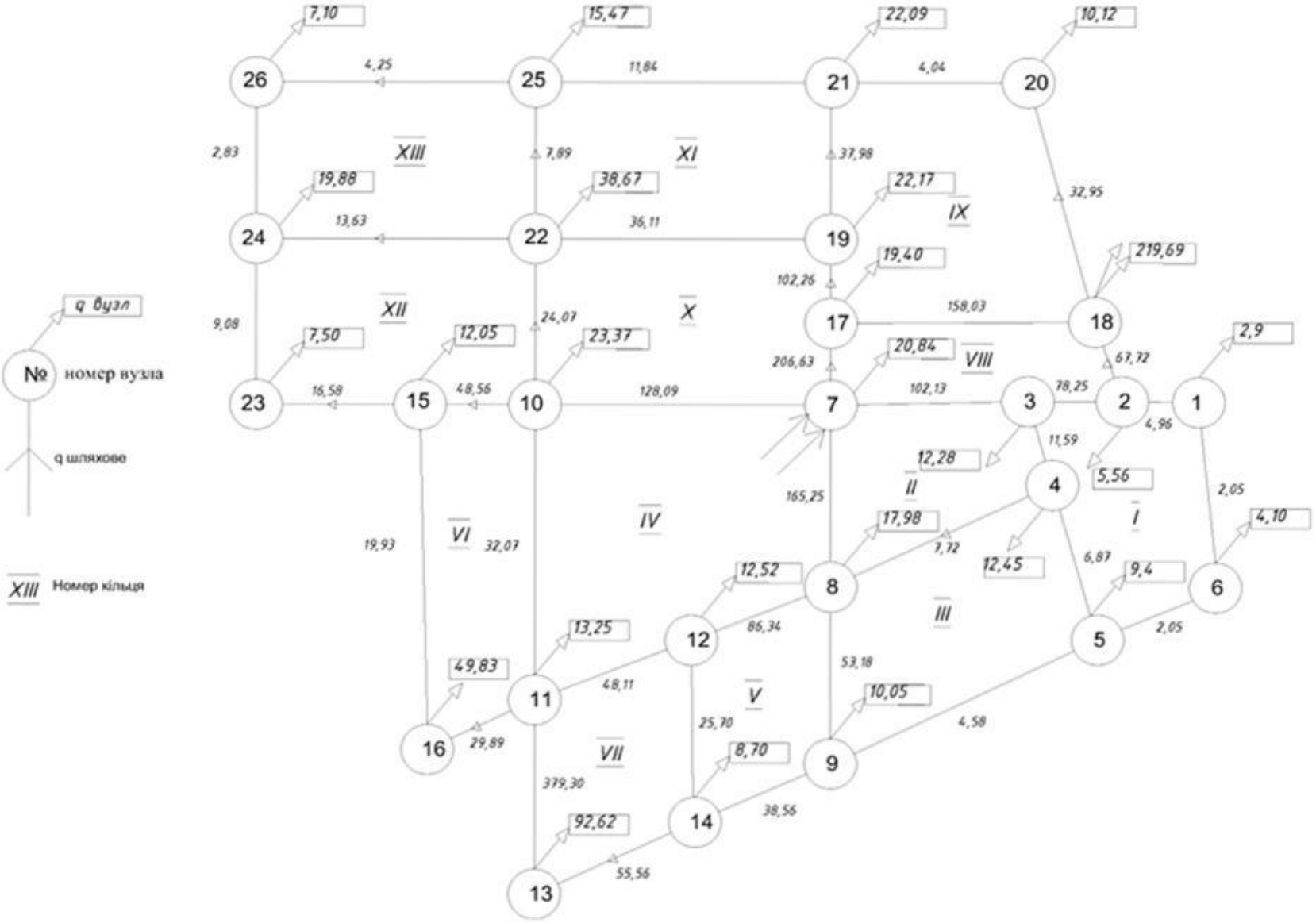


Рис.А.7 – Схема попереднього потокорозподілу для мережі В (режим максимального транзиту)

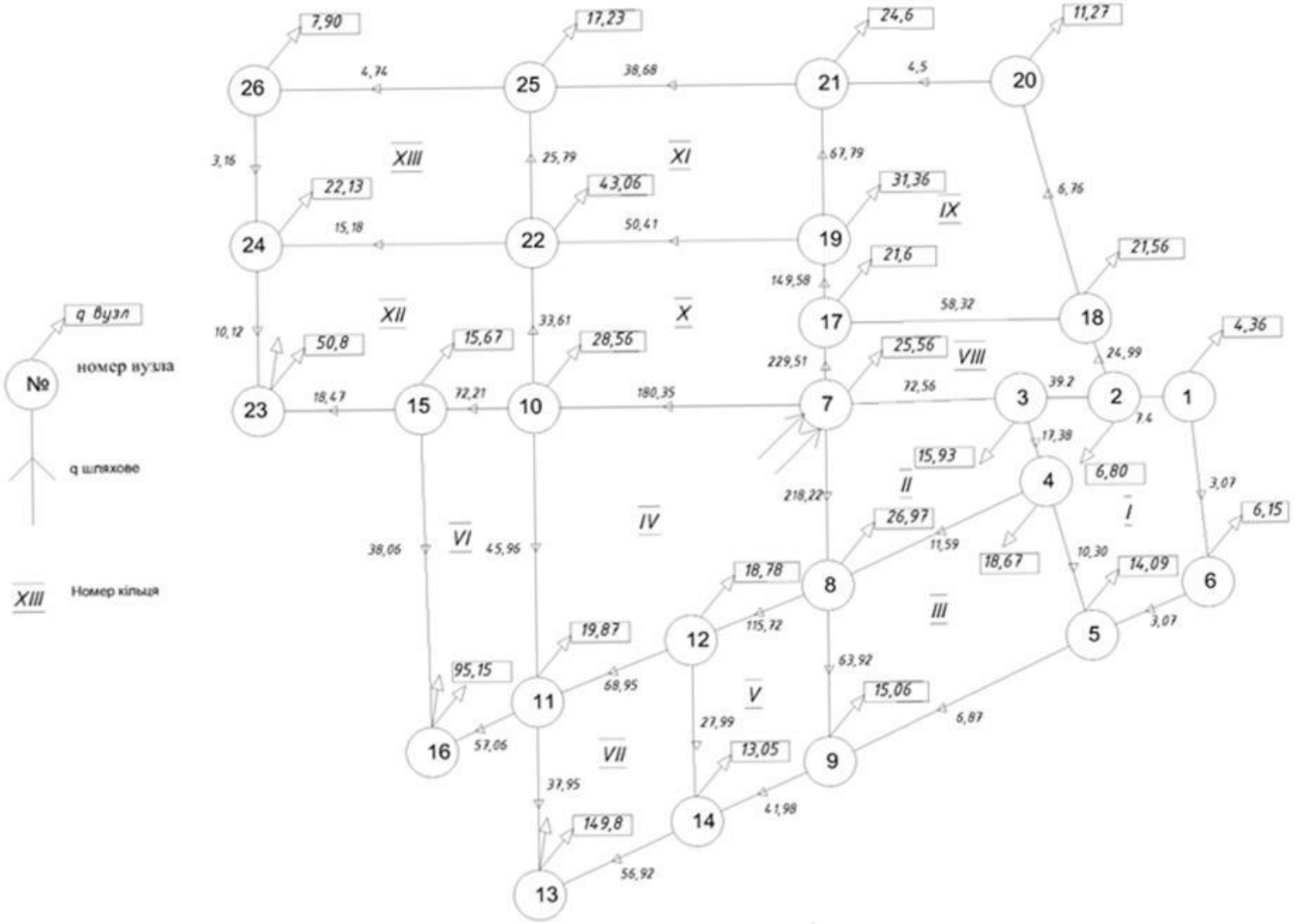


Рис.А.8 – Схема попереднього потокорозподілу для мережі В (режим пожежогасіння при максимальному водорозборі)

Додатко Б Результати гідравлічних розрахунків

Таблиця Б.1 – Результати ув’язки для режиму максимального водорозбору.(Схема А)

e= .01000 nk= 13 ny= 38

вихідні дані

ny	ly	q	dt	m	ny	ly	q	dt	m	ny	ly	q	dt	m
1	100.00	720.30	800.00	c	2	288.00	541.80	700.00	c	3	278.00	160.60	350.00	c
4	513.00	24.21	200.00	c	5	396.00	36.32	250.00	c	6	620.00	45.04	250.00	c
7	904.00	40.58	250.00	c	8	565.00	27.05	200.00	c	9	601.00	358.70	600.00	c
10	580.00	73.34	300.00	c	11	750.00	110.10	300.00	c	12	900.00	188.70	500.00	c
13	942.00	40.42	300.00	c	14	513.00	60.64	300.00	c	15	457.00	118.10	300.00	c
16	452.00	46.29	250.00	c	17	581.00	30.86	200.00	c	18	540.00	58.68	250.00	c
19	620.00	39.12	250.00	c	20	262.00	33.80	200.00	c	21	350.00	70.52	250.00	c
22	1100.00	22.50	200.00	c	23	500.00	25.88	200.00	c	24	804.00	91.07	300.00	c
25	600.00	31.77	200.00	c	26	900.00	56.36	300.00	c	27	850.00	21.27	200.00	c
28	900.00	18.47	200.00	c	29	850.00	6.65	150.00	c	30	260.00	168.80	400.00	c
31	791.00	47.57	250.00	c	32	268.00	121.50	350.00	c	33	500.00	21.18	150.00	c
34	530.00	37.57	200.00	c	35	500.00	12.31	150.00	c	36	530.00	14.18	150.00	c
37	500.00	4.43	150.00	c	38	262.00	60.71	250.00	c	39	.00	.00	.00	

результати розрахунку

номер ділянки	код ділянки	діаметр труби,мм	довжина ділянки,м	витрата води,л/с	V ,м/с	втрати тиску,м
1	1- 0	800.00	100.00	716.98	1.43	.29
2	1- 8	700.00	288.00	545.00	1.42	.98
3	1- 2	350.00	278.00	122.75	1.28	1.90
4	1- 3	200.00	513.00	23.28	.74	2.63
5	0- 1	250.00	396.00	39.64	.81	1.78
6	0- 1	250.00	620.00	48.36	.99	4.02
7	0- 3	250.00	904.00	42.97	.88	4.71
8	3- 5	200.00	565.00	24.24	.77	3.12
9	2- 8	600.00	601.00	399.74	1.41	2.50
10	2- 4	300.00	580.00	77.30	1.09	3.61
11	3- 2	300.00	750.00	73.18	1.04	4.21
12	4-10	500.00	900.00	216.00	1.10	2.91
13	4- 6	300.00	942.00	73.54	1.04	5.34
14	7- 4	300.00	513.00	41.85	.59	1.03
15	5- 4	300.00	457.00	87.95	1.24	3.62
16	0- 5	250.00	452.00	45.87	.93	2.66
17	5- 7	200.00	581.00	19.49	.62	2.15
18	0- 7	250.00	540.00	46.89	.96	3.31
19	7- 0	250.00	620.00	50.91	1.04	4.43
20	0- 6	200.00	262.00	36.34	1.16	3.07
21	6-12	250.00	350.00	66.39	1.35	4.15
22	6- 0	200.00	1100.00	19.96	.64	4.25
23	0-12	200.00	500.00	24.30	.77	2.77
24	8- 9	300.00	804.00	80.99	1.15	5.46
25	9- 0	200.00	600.00	35.33	1.12	6.66
26	10-11	300.00	900.00	61.69	.87	3.68
27	12-13	200.00	850.00	23.81	.76	4.54
28	11- 0	200.00	900.00	16.42	.52	2.44
29	13- 0	150.00	850.00	5.69	.32	1.40
30	8- 0	400.00	260.00	162.29	1.29	1.53
31	9- 0	250.00	791.00	51.13	1.04	5.70
32	10- 9	350.00	268.00	121.21	1.26	1.78
33	11- 9	150.00	500.00	15.57	.88	5.12
34	12-10	200.00	530.00	35.88	1.14	6.06
35	13-11	150.00	500.00	13.40	.76	3.89
36	0-12	150.00	530.00	12.60	.71	3.68
37	0-13	150.00	500.00	5.39	.30	.75
38	10- 8	250.00	262.00	70.50	1.44	3.51

Таблиця Б.2 – Результати ув’язки для режиму пожежегасіння в годину максимального водорозбору.(Схема А)

e= .01000 nk= 13 ny= 38

вихідні дані

ny	ly	q	dt	m	ny	ly	q	dt	m	ny	ly	q	dt	m
1	100.00	7.40	150.00	c	2	288.00	39.20	250.00	c	3	278.00	17.38	200.00	c
4	513.00	10.30	200.00	c	5	396.00	3.08	100.00	c	6	620.00	3.08	150.00	c
7	904.00	6.87	150.00	c	8	565.00	63.92	350.00	c	9	601.00	72.56	250.00	c
10	580.00	218.20	500.00	c	11	750.00	11.59	150.00	c	12	900.00	180.30	500.00	c
13	942.00	45.96	250.00	c	14	513.00	68.95	250.00	c	15	457.00	115.70	350.00	c
16	452.00	41.98	200.00	c	17	581.00	27.99	200.00	c	18	540.00	56.92	250.00	c
19	620.00	37.95	250.00	c	20	262.00	57.09	200.00	c	21	350.00	72.21	250.00	c
22	1100.00	38.06	250.00	c	23	500.00	18.47	200.00	c	24	804.00	58.32	300.00	c
25	600.00	4.51	150.00	c	26	900.00	50.41	300.00	c	27	850.00	15.18	200.00	c
28	900.00	38.68	200.00	c	29	850.00	4.74	150.00	c	30	260.00	24.99	150.00	c
31	791.00	6.76	150.00	c	32	268.00	149.50	350.00	c	33	500.00	67.79	250.00	c
34	530.00	33.61	250.00	c	35	500.00	25.79	250.00	c	36	530.00	10.12	150.00	c
37	500.00	3.16	150.00	c	38	262.00	229.50	500.00	c	39	.00	.00	.00	

результати розрахунку

номер ділянки	код ділянки	діаметр труби,мм	довжина ділянки,м	витрата води,л/с	V ,м/с	втрати тиску,м
1	0- 1	150.00	100.00	8.85	.50	.36
2	8- 1	250.00	288.00	22.46	.46	.46
3	1- 2	200.00	278.00	15.45	.49	.67
4	1- 3	200.00	513.00	7.29	.23	.33
5	1- 0	100.00	396.00	1.63	.21	.51
6	0- 1	150.00	620.00	4.53	.26	.68
7	3- 0	150.00	904.00	8.43	.48	3.02
8	3- 5	350.00	565.00	60.91	.63	1.05
9	8- 2	250.00	601.00	53.89	1.10	4.77
10	2- 4	500.00	580.00	206.01	1.05	1.72
11	2- 3	150.00	750.00	10.51	.59	3.74
12	4-10	500.00	900.00	206.09	1.05	2.67
13	4- 6	250.00	942.00	50.29	1.02	6.58
14	7- 4	250.00	513.00	60.79	1.24	5.11
15	5- 4	350.00	457.00	107.61	1.12	2.43
16	0- 5	200.00	452.00	37.40	1.19	5.59
17	5- 7	200.00	581.00	28.06	.89	4.20
18	0- 7	250.00	540.00	52.41	1.07	4.07
19	7- 0	250.00	620.00	42.46	.87	3.16
20	0- 6	200.00	262.00	48.75	1.55	5.47
21	6-12	250.00	350.00	75.91	1.55	5.43
22	6- 0	250.00	1100.00	46.40	.95	6.61
23	0-12	200.00	500.00	13.83	.44	.99
24	9- 8	300.00	804.00	75.86	1.07	4.83
25	0- 9	150.00	600.00	5.15	.29	.83
26	10-11	300.00	900.00	57.68	.82	3.25
27	12-13	200.00	850.00	20.30	.65	3.39
28	11- 0	200.00	900.00	18.29	.58	2.97
29	13- 0	150.00	850.00	4.26	.24	.84
30	8- 0	150.00	260.00	6.80	.38	.59
31	9- 0	150.00	791.00	6.12	.35	1.49
32	10- 9	350.00	268.00	137.03	1.42	2.28
33	11- 9	250.00	500.00	48.05	.98	3.21
34	12-10	250.00	530.00	51.37	1.05	3.85
35	13-11	250.00	500.00	45.70	.93	2.92
36	0-12	150.00	530.00	5.48	.31	.82
37	0-13	150.00	500.00	3.64	.21	.37
38	10- 8	500.00	262.00	234.57	1.19	.99

Таблиця Б.3 – Результати ув’язки для режиму максимального водорозбору (Схема В)

e= .01000 nk= 13 ny= 38

вихідні дані

ny	ly	q	dt	m	ny	ly	q	dt	m	ny	ly	q	dt	m
1	100.00	10.50	150.00	c	2	288.00	14.07	200.00	c	3	278.00	24.62	200.00	c
4	513.00	14.59	200.00	c	5	396.00	4.36	150.00	c	6	620.00	4.36	150.00	c
7	904.00	9.73	150.00	c	8	565.00	77.36	300.00	c	9	601.00	61.15	250.00	c
10	580.00	250.10	500.00	c	11	750.00	16.41	150.00	c	12	900.00	188.70	500.00	c
13	942.00	40.42	250.00	c	14	513.00	60.64	250.00	c	15	457.00	118.10	350.00	c
16	452.00	46.29	200.00	c	17	581.00	30.86	200.00	c	18	540.00	58.68	250.00	c
19	620.00	39.12	250.00	c	20	262.00	33.80	200.00	c	21	350.00	70.52	250.00	c
22	1100.00	22.50	250.00	c	23	500.00	25.88	200.00	c	24	804.00	29.82	300.00	c
25	600.00	6.31	150.00	c	26	900.00	56.36	300.00	c	27	850.00	21.27	200.00	c
28	900.00	18.47	200.00	c	29	850.00	6.65	150.00	c	30	260.00	6.03	150.00	c
31	791.00	9.48	150.00	c	32	268.00	159.60	400.00	c	33	500.00	59.28	250.00	c
34	530.00	37.57	250.00	c	35	500.00	12.31	250.00	c	36	530.00	14.18	150.00	c
37	500.00	4.43	150.00	c	38	262.00	160.60	400.00	c	39	.00	.00	.00	

результати розрахунку

номер ділянки	код ділянки	діаметр труби,мм	довжина ділянки,м	витрата води,л/с	V ,м/с	втрати тиску,м
1	0- 1	150.00	100.00	13.96	.79	.84
2	8- 1	200.00	288.00	5.21	.17	.10
3	1- 2	200.00	278.00	27.01	.86	1.87
4	1- 3	200.00	513.00	12.49	.40	.85
5	1- 0	150.00	396.00	.90	.05	.03
6	0- 1	150.00	620.00	7.82	.44	1.81
7	3- 0	150.00	904.00	8.37	.47	2.98
8	3- 5	300.00	565.00	65.38	.92	2.57
9	8- 2	250.00	601.00	54.67	1.11	4.90
10	2- 4	500.00	580.00	228.25	1.16	2.08
11	2- 3	150.00	750.00	11.92	.67	4.70
12	4-10	500.00	900.00	210.41	1.07	2.78
13	4- 6	250.00	942.00	48.76	.99	6.21
14	7- 4	250.00	513.00	55.20	1.12	4.26
15	5- 4	350.00	457.00	112.72	1.17	2.65
16	0- 5	200.00	452.00	35.67	1.14	5.11
17	5- 7	200.00	581.00	30.92	.98	5.03
18	0- 7	250.00	540.00	48.12	.98	3.47
19	7- 0	250.00	620.00	49.68	1.01	4.23
20	0- 6	200.00	262.00	26.14	.83	1.66
21	6-12	250.00	350.00	71.88	1.46	4.87
22	6- 0	250.00	1100.00	30.16	.61	2.99
23	0-12	200.00	500.00	19.58	.62	1.87
24	8- 9	300.00	804.00	14.67	.21	.25
25	0- 9	150.00	600.00	3.49	.20	.42
26	10-11	300.00	900.00	58.90	.83	3.38
27	12-13	200.00	850.00	24.24	.77	4.69
28	11- 0	200.00	900.00	10.22	.33	1.04
29	13- 0	150.00	850.00	9.97	.56	3.85
30	0- 8	150.00	260.00	18.36	1.04	3.62
31	9- 0	150.00	791.00	12.30	.70	5.25
32	10- 9	400.00	268.00	151.06	1.20	1.36
33	11- 9	250.00	500.00	48.21	.98	3.23
34	12-10	250.00	530.00	49.58	1.01	3.60
35	13-11	250.00	500.00	23.88	.49	.89
36	0-12	150.00	530.00	7.88	.45	1.57
37	0-13	150.00	500.00	1.11	.06	.05
38	10- 8	400.00	262.00	167.21	1.33	1.63

Таблиця Б.4 – Результати ув’язки для режиму пожежегасіння в годину максимального водо розбору (Схема В)

e= .01000 nk= 13 ny= 38

вихідні дані

ny	ly	q	dt	m	ny	ly	q	dt	m	ny	ly	q	dt	m
1	100.00	7.40	150.00	c	2	288.00	39.20	200.00	c	3	278.00	17.38	200.00	c
4	513.00	10.30	200.00	c	5	396.00	3.08	150.00	c	6	620.00	3.08	150.00	c
7	904.00	6.87	150.00	c	8	565.00	63.92	300.00	c	9	601.00	72.56	250.00	c
10	580.00	218.20	500.00	c	11	750.00	11.59	150.00	c	12	900.00	180.30	500.00	c
13	942.00	45.96	250.00	c	14	513.00	68.95	250.00	c	15	457.00	115.70	350.00	c
16	452.00	41.98	200.00	c	17	581.00	27.99	200.00	c	18	540.00	56.92	250.00	c
19	620.00	37.95	250.00	c	20	262.00	57.09	200.00	c	21	350.00	72.21	250.00	c
22	1100.00	38.06	250.00	c	23	500.00	18.47	200.00	c	24	804.00	58.32	300.00	c
25	600.00	4.51	150.00	c	26	900.00	50.41	300.00	c	27	850.00	15.18	200.00	c
28	900.00	38.68	200.00	c	29	850.00	4.74	150.00	c	30	260.00	24.99	150.00	c
31	791.00	6.76	150.00	c	32	268.00	149.50	400.00	c	33	500.00	67.79	250.00	c
34	530.00	33.61	250.00	c	35	500.00	25.79	250.00	c	36	530.00	10.12	150.00	c
37	500.00	3.16	150.00	c	38	262.00	229.50	400.00	c	39	.00	.00	.00	

результати розрахунку

номер ділянки	код ділянки	діаметр труби,мм	довжина ділянки,м	витрата води,л/с	V ,м/с	втрати тиску,м
1	0- 1	150.00	100.00	6.48	.37	.21
2	8- 1	200.00	288.00	22.41	.71	1.38
3	1- 2	200.00	278.00	17.49	.56	.84
4	1- 3	200.00	513.00	10.09	.32	.58
5	1- 0	150.00	396.00	4.00	.23	.35
6	0- 1	150.00	620.00	2.16	.12	.19
7	3- 0	150.00	904.00	8.00	.45	2.75
8	3- 5	300.00	565.00	58.29	.82	2.08
9	8- 2	250.00	601.00	55.88	1.14	5.11
10	2- 4	500.00	580.00	206.03	1.05	1.72
11	2- 3	150.00	750.00	11.27	.64	4.24
12	4-10	500.00	900.00	210.30	1.07	2.77
13	4- 6	250.00	942.00	50.61	1.03	6.66
14	7- 4	250.00	513.00	61.40	1.25	5.21
15	5- 4	350.00	457.00	109.49	1.14	2.51
16	0- 5	200.00	452.00	35.22	1.12	4.99
17	5- 7	200.00	581.00	29.33	.93	4.56
18	0- 7	250.00	540.00	51.50	1.05	3.94
19	7- 0	250.00	620.00	43.37	.88	3.29
20	0- 6	200.00	262.00	48.77	1.55	5.48
21	6-12	250.00	350.00	76.55	1.56	5.52
22	6- 0	250.00	1100.00	46.38	.94	6.61
23	0-12	200.00	500.00	14.49	.46	1.08
24	9- 8	300.00	804.00	72.47	1.03	4.44
25	0- 9	150.00	600.00	6.23	.35	1.16
26	10-11	300.00	900.00	54.67	.77	2.95
27	12-13	200.00	850.00	19.96	.64	3.29
28	11- 0	200.00	900.00	17.39	.55	2.71
29	13- 0	150.00	850.00	3.94	.22	.73
30	8- 0	150.00	260.00	9.12	.52	1.00
31	9- 0	150.00	791.00	5.04	.29	1.05
32	10- 9	400.00	268.00	134.19	1.07	1.10
33	11- 9	250.00	500.00	48.22	.98	3.23
34	12-10	250.00	530.00	54.62	1.11	4.32
35	13-11	250.00	500.00	46.27	.94	2.99
36	0-12	150.00	530.00	6.14	.35	1.00
37	0-13	150.00	500.00	3.97	.22	.44
38	10- 8	400.00	262.00	228.34	1.82	3.05

Таблиця Б.5– Результати ув’язки для режиму транзиту (Схема В)

e= .01000 nk= 13 ny= 38

вихідні дані

ny	ly	q	dt	m	ny	ly	q	dt	m	ny	ly	q	dt	m
1	100.00	1.45	150.00	c	2	288.00	75.75	200.00	c	3	278.00	12.85	200.00	c
4	513.00	8.97	200.00	c	5	396.00	5.56	150.00	c	6	620.00	1.45	150.00	c
7	904.00	5.98	150.00	c	8	565.00	54.59	300.00	c	9	601.00	99.89	250.00	c
10	580.00	167.40	500.00	c	11	750.00	8.57	150.00	c	12	900.00	128.10	500.00	c
13	942.00	32.07	250.00	c	14	513.00	48.11	250.00	c	15	457.00	86.34	350.00	c
16	452.00	38.56	200.00	c	17	581.00	25.70	200.00	c	18	540.00	55.56	250.00	c
19	620.00	37.04	250.00	c	20	262.00	29.89	200.00	c	21	350.00	48.56	250.00	c
22	1100.00	19.93	250.00	c	23	500.00	16.58	200.00	c	24	804.00	158.10	300.00	c
25	600.00	4.05	150.00	c	26	900.00	36.11	300.00	c	27	850.00	13.63	200.00	c
28	900.00	11.84	200.00	c	29	850.00	4.26	150.00	c	30	260.00	67.72	150.00	c
31	791.00	6.07	150.00	c	32	268.00	102.20	400.00	c	33	500.00	37.98	250.00	c
34	530.00	24.07	250.00	c	35	500.00	7.89	250.00	c	36	530.00	9.09	150.00	c
37	500.00	2.84	150.00	c	38	262.00	279.60	400.00	c	39	.00	.00	.00	

результати розрахунку

номер ділянки	код ділянки	діаметр труби,мм	довжина ділянки,м	витрата води,л/с	V ,м/с	втрати тиску,м
1	0- 1	150.00	100.00	3.39	.19	.07
2	8- 1	200.00	288.00	53.24	1.08	2.24
3	1- 2	200.00	278.00	10.21	.33	.32
4	1- 3	200.00	513.00	6.76	.22	.29
5	1- 0	150.00	396.00	3.62	.46	2.11
6	0- 1	150.00	620.00	3.39	.19	.41
7	3- 0	150.00	904.00	6.26	.35	1.77
8	3- 5	300.00	565.00	45.84	.65	1.34
9	8- 2	250.00	601.00	74.74	1.06	3.51
10	2- 4	500.00	580.00	155.27	.79	1.02
11	2- 3	150.00	750.00	9.00	.51	2.82
12	4-10	500.00	900.00	152.91	.78	1.54
13	4- 6	250.00	942.00	37.64	.77	3.85
14	7- 4	250.00	513.00	44.80	.91	2.89
15	5- 4	350.00	457.00	82.53	.86	1.48
16	0- 5	200.00	452.00	29.54	.94	3.60
17	5- 7	200.00	581.00	25.21	.80	3.45
18	0- 7	250.00	540.00	46.05	.94	3.20
19	7- 0	250.00	620.00	46.55	.95	3.75
20	0- 6	200.00	262.00	22.63	.72	1.28
21	6-12	250.00	350.00	52.39	1.07	2.64
22	6- 0	250.00	1100.00	27.19	.55	2.48
23	0-12	200.00	500.00	13.16	.42	.91
24	9- 8	300.00	804.00	176.63	1.41	5.59
25	0- 9	150.00	600.00	9.97	.56	2.71
26	10-11	300.00	900.00	33.64	.48	1.22
27	12-13	200.00	850.00	15.39	.49	2.05
28	11- 0	200.00	900.00	2.33	.07	.08
29	13- 0	150.00	850.00	5.92	.34	1.51
30	8- 0	150.00	260.00	43.28	.88	1.37
31	9- 0	150.00	791.00	.15	.01	.00
32	10- 9	400.00	268.00	96.14	1.00	1.15
33	11- 9	250.00	500.00	34.39	.70	1.73
34	12-10	250.00	530.00	39.47	.80	2.36
35	13-11	250.00	500.00	19.07	.39	.59
36	0-12	150.00	530.00	5.67	.32	.87
37	0-13	150.00	500.00	1.18	.07	.05
38	10- 8	400.00	262.00	292.07	1.49	1.53

Таблиця Б.6 – Результати ув’язки для режиму максимального водорозбору (Схема Б)

e= .01000 nk= 13 ny= 38

вихідні дані

ny	ly	q	dt	m	ny	ly	q	dt	m	ny	ly	q	dt	m
1	100.00	3.09	150.00	c	2	288.00	4.49	250.00	c	3	278.00	11.23	250.00	c
4	513.00	22.60	200.00	c	5	396.00	11.80	150.00	c	6	620.00	3.09	100.00	c
7	904.00	54.37	250.00	c	8	565.00	61.35	300.00	c	9	601.00	6.74	150.00	c
10	580.00	48.98	300.00	c	11	750.00	15.06	250.00	c	12	900.00	32.65	350.00	c
13	942.00	262.80	600.00	c	14	513.00	27.00	200.00	c	15	457.00	40.90	250.00	c
16	452.00	137.10	400.00	c	17	581.00	40.50	200.00	c	18	540.00	499.90	700.00	c
19	620.00	402.10	600.00	c	20	262.00	84.07	300.00	c	21	350.00	18.48	150.00	c
22	1100.00	27.73	200.00	c	23	500.00	24.11	250.00	c	24	804.00	18.70	350.00	c
25	600.00	6.32	200.00	c	26	900.00	41.06	200.00	c	27	850.00	9.31	150.00	c
28	900.00	16.32	250.00	c	29	850.00	20.38	200.00	c	30	260.00	17.15	200.00	c
31	791.00	9.48	150.00	c	32	268.00	27.37	200.00	c	33	500.00	24.48	200.00	c
34	530.00	171.50	400.00	c	35	500.00	60.85	300.00	c	36	530.00	12.41	150.00	c
37	500.00	9.31	100.00	c	38	262.00	38.95	350.00	c	39	.00	.00	.00	

результати розрахунку

номер ділянки	код ділянки	діаметр труби,мм	довжина ділянки,м	витрата води,л/с	V ,м/с	втрати тиску,м
1	0- 1	150.00	100.00	5.95	.34	.18
2	1- 8	250.00	288.00	.99	.02	.00
3	2- 1	250.00	278.00	15.91	.32	.24
4	3- 1	200.00	513.00	14.30	.46	1.08
5	1- 0	150.00	396.00	8.94	.51	1.47
6	1- 0	100.00	620.00	.23	.03	.03
7	3- 0	250.00	904.00	43.21	.88	4.76
8	5- 3	300.00	565.00	83.51	1.18	4.06
9	8- 2	150.00	601.00	5.56	.31	.95
10	4- 2	300.00	580.00	40.10	.57	1.08
11	2- 3	250.00	750.00	28.03	.57	1.79
12	10- 4	350.00	900.00	55.42	.58	1.41
13	6- 4	600.00	942.00	272.68	.96	1.88
14	4- 7	200.00	513.00	16.85	.54	1.46
15	4- 5	250.00	457.00	22.83	.47	.75
16	5- 0	400.00	452.00	148.11	1.18	2.23
17	7- 5	200.00	581.00	32.58	1.04	5.55
18	0- 7	700.00	540.00	496.82	1.29	1.53
19	0- 7	600.00	620.00	399.02	1.41	2.57
20	0- 6	300.00	262.00	81.25	1.15	1.79
21	6-12	150.00	350.00	21.05	1.19	6.29
22	0- 6	200.00	1100.00	24.91	.79	6.39
23	0-12	250.00	500.00	23.86	.49	.89
24	8- 9	350.00	804.00	16.68	.17	.15
25	0- 9	200.00	600.00	3.65	.12	.11
26	11-10	200.00	900.00	17.59	.56	2.76
27	12-13	150.00	850.00	14.61	.83	7.75
28	0-11	250.00	900.00	24.08	.49	1.63
29	13- 0	200.00	850.00	15.32	.49	2.03
30	0- 8	200.00	260.00	16.51	.53	.71
31	9- 0	150.00	791.00	12.14	.69	5.13
32	10- 9	200.00	268.00	40.41	1.29	3.85
33	11- 9	200.00	500.00	14.05	.45	1.02
34	12-10	400.00	530.00	156.05	1.24	2.88
35	13-11	300.00	500.00	63.56	.90	2.16
36	0-12	150.00	530.00	12.16	.69	3.45
37	13- 0	100.00	500.00	4.25	.54	3.55
38	10- 8	350.00	262.00	54.01	.56	.39

Таблиця Б.7 – Результати ув’язки для режиму пожежегасіння в годину максимального водо розбору (Схема Б)

e= .01000 nk= 13 ny= 38

вихідні дані

ny	ly	q	dt	m	ny	ly	q	dt	m	ny	ly	q	dt	m
1	100.00	1.75	150.00	c	2	288.00	28.81	250.00	c	3	278.00	26.85	250.00	c
4	513.00	28.81	200.00	c	5	396.00	8.77	150.00	c	6	620.00	2.62	100.00	c
7	904.00	50.18	250.00	c	8	565.00	82.58	300.00	c	9	601.00	17.90	150.00	c
10	580.00	92.46	300.00	c	11	750.00	18.21	250.00	c	12	900.00	61.64	350.00	c
13	942.00	261.80	600.00	c	14	513.00	29.53	200.00	c	15	457.00	55.05	250.00	c
16	452.00	147.80	400.00	c	17	581.00	44.30	200.00	c	18	540.00	521.00	700.00	c
19	620.00	426.10	600.00	c	20	262.00	114.90	300.00	c	21	350.00	13.15	150.00	c
22	1100.00	19.73	200.00	c	23	500.00	17.20	200.00	c	24	804.00	60.80	350.00	c
25	600.00	6.76	200.00	c	26	900.00	18.82	250.00	c	27	850.00	6.64	150.00	c
28	900.00	15.68	250.00	c	29	850.00	14.54	200.00	c	30	260.00	20.26	200.00	c
31	791.00	4.51	150.00	c	32	268.00	28.23	200.00	c	33	500.00	15.68	200.00	c
34	530.00	158.50	400.00	c	35	500.00	89.96	300.00	c	36	530.00	8.85	150.00	c
37	500.00	6.64	100.00	c	38	262.00	110.60	350.00	c	39	.00	.00	.00	

результати розрахунку

номер ділянки	код ділянки	діаметр труби,мм	довжина ділянки,м	витрата води,л/с	V ,м/с	втрати тиску,м
1	0- 1	150.00	100.00	1.17	.07	.01
2	8- 1	250.00	288.00	27.43	.56	.66
3	2- 1	250.00	278.00	36.60	.75	1.08
4	3- 1	200.00	513.00	22.47	.72	2.46
5	1- 0	150.00	396.00	9.34	.53	1.59
6	1- 0	100.00	620.00	3.19	.41	2.62
7	3- 0	250.00	904.00	44.41	.90	5.01
8	5- 3	300.00	565.00	91.88	1.30	4.89
9	8- 2	150.00	601.00	6.77	.38	1.35
10	4- 2	300.00	580.00	60.69	.86	2.30
11	2- 3	250.00	750.00	34.30	.70	2.58
12	10- 4	350.00	900.00	78.39	.81	2.65
13	6- 4	600.00	942.00	286.62	1.01	2.07
14	4- 7	200.00	513.00	15.04	.48	1.19
15	4- 5	250.00	457.00	30.08	.61	1.24
16	5- 0	400.00	452.00	151.32	1.20	2.31
17	7- 5	200.00	581.00	33.82	1.08	5.95
18	0- 7	700.00	540.00	527.95	1.37	1.73
19	0- 7	600.00	620.00	433.05	1.53	3.02
20	0- 6	300.00	262.00	111.53	1.58	3.34
21	6-12	150.00	350.00	17.02	.96	4.23
22	0- 6	200.00	1100.00	16.36	.52	2.96
23	0-12	200.00	500.00	17.70	.56	1.55
24	9- 8	350.00	804.00	63.25	.66	1.60
25	0- 9	200.00	600.00	5.12	.16	.21
26	11-10	250.00	900.00	27.86	.57	2.12
27	12-13	150.00	850.00	11.25	.64	4.79
28	0-11	250.00	900.00	11.34	.23	.42
29	13- 0	200.00	850.00	9.44	.30	.85
30	8- 0	200.00	260.00	19.45	.62	.96
31	9- 0	150.00	791.00	6.15	.35	1.50
32	10- 9	200.00	268.00	21.89	.70	1.23
33	11- 9	200.00	500.00	18.38	.59	1.66
34	12-10	400.00	530.00	162.70	1.29	3.13
35	13-11	300.00	500.00	80.52	1.14	3.36
36	0-12	150.00	530.00	9.35	.53	2.13
37	13- 0	100.00	500.00	1.54	.20	.58
38	10- 8	350.00	262.00	106.71	1.11	1.37

Таблиця Б.8– Результати ув’язки для режиму транзиту (Схема Б)

e= .01000 nk= 13 ny= 38

вихідні дані

ny	ly	q	dt	m	ny	ly	q	dt	m	ny	ly	q	dt	m
1	100.00	2.06	150.00	c	2	288.00	33.34	250.00	c	3	278.00	31.90	250.00	c
4	513.00	32.39	200.00	c	5	396.00	10.37	150.00	c	6	620.00	3.10	100.00	c
7	904.00	59.44	250.00	c	8	565.00	116.20	300.00	c	9	601.00	21.27	150.00	c
10	580.00	140.20	300.00	c	11	750.00	21.59	250.00	c	12	900.00	93.46	350.00	c
13	942.00	319.70	600.00	c	14	513.00	39.87	200.00	c	15	457.00	77.47	250.00	c
16	452.00	193.40	400.00	c	17	581.00	59.91	200.00	c	18	540.00	427.20	700.00	c
19	620.00	418.90	600.00	c	20	262.00	35.79	300.00	c	21	350.00	16.88	150.00	c
22	1100.00	25.32	200.00	c	23	500.00	22.71	200.00	c	24	804.00	105.50	350.00	c
25	600.00	37.49	200.00	c	26	900.00	30.55	250.00	c	27	850.00	8.77	150.00	c
28	900.00	34.98	250.00	c	29	850.00	19.20	200.00	c	30	260.00	22.62	200.00	c
31	791.00	22.62	150.00	c	32	268.00	45.83	200.00	c	33	500.00	34.98	200.00	c
34	530.00	173.10	400.00	c	35	500.00	76.93	300.00	c	36	530.00	11.68	150.00	c
37	500.00	8.77	100.00	c	38	262.00	179.90	350.00	c	39	.00	.00	.00	

результати розрахунку

номер ділянки	код ділянки	діаметр труби,мм	довжина ділянки,м	витрата води,л/с	V ,м/с	втрати тиску,м
1	0- 1	150.00	100.00	.67	.04	.00
2	8- 1	250.00	288.00	43.35	.88	1.53
3	2- 1	250.00	278.00	52.30	1.07	2.09
4	3- 1	200.00	513.00	27.93	.89	3.68
5	1- 0	150.00	396.00	11.77	.67	2.42
6	1- 0	100.00	620.00	4.49	.57	4.87
7	3- 0	250.00	904.00	56.37	1.15	7.81
8	5- 3	300.00	565.00	109.72	1.55	6.97
9	8- 2	150.00	601.00	10.88	.62	3.19
10	4- 2	300.00	580.00	75.02	1.06	3.41
11	2- 3	250.00	750.00	46.45	.95	4.52
12	10- 4	350.00	900.00	121.34	1.26	6.00
13	6- 4	600.00	942.00	362.15	1.28	3.21
14	4- 7	200.00	513.00	26.56	.85	3.35
15	4- 5	250.00	457.00	43.63	.89	2.45
16	5- 0	400.00	452.00	183.85	1.46	3.41
17	7- 5	200.00	581.00	39.38	1.25	7.92
18	0- 7	700.00	540.00	457.28	1.19	1.30
19	0- 7	600.00	620.00	448.98	1.59	3.25
20	0- 6	300.00	262.00	36.72	.52	.41
21	6-12	150.00	350.00	17.03	.96	4.23
22	0- 6	200.00	1100.00	26.25	.84	7.03
23	0-12	200.00	500.00	23.78	.76	2.67
24	9- 8	350.00	804.00	112.31	1.17	4.63
25	0- 9	200.00	600.00	19.28	.61	2.18
26	11-10	250.00	900.00	44.63	.91	5.03
27	12-13	150.00	850.00	13.29	.75	6.51
28	0-11	250.00	900.00	36.40	.74	3.45
29	13- 0	200.00	850.00	13.60	.43	1.64
30	8- 0	200.00	260.00	34.02	1.08	2.69
31	0- 9	150.00	791.00	4.41	.25	.83
32	10- 9	200.00	268.00	12.12	.39	.42
33	11- 9	200.00	500.00	15.35	.49	1.20
34	12-10	400.00	530.00	187.52	1.49	4.16
35	13-11	300.00	500.00	72.75	1.03	2.78
36	0-12	150.00	530.00	12.75	.72	3.76
37	13- 0	100.00	500.00	3.17	.40	2.09
38	10- 8	350.00	262.00	153.00	1.59	2.78

Додаток В. Результати гідравлічних розрахунків з урахуванням зміни пропускної здатності ділянок

Таблиця В.1– Результати ув’язки для режиму максимального водорозбору зі зміною опору магістралей на 10 %(Схема А)

e= .01000 nk= 13 ny= 38

вихідні дані

ny	ly	q	dt	m	ny	ly	q	dt	m	ny	ly	q	dt	m
1	100.00	720.30	800.00	c	2	288.00	541.80	630.00	c	3	278.00	160.60	350.00	c
4	513.00	24.21	200.00	c	5	396.00	36.32	250.00	c	6	620.00	45.04	250.00	c
7	904.00	40.58	225.00	c	8	565.00	27.05	200.00	c	9	601.00	358.70	600.00	c
10	580.00	73.34	270.00	c	11	750.00	110.10	300.00	c	12	900.00	188.70	500.00	c
13	942.00	40.42	300.00	c	14	513.00	60.64	300.00	c	15	457.00	118.10	300.00	c
16	452.00	46.29	250.00	c	17	581.00	30.86	200.00	c	18	540.00	58.68	250.00	c
19	620.00	39.12	225.00	c	20	262.00	33.80	200.00	c	21	350.00	70.52	250.00	c
22	1100.00	22.50	200.00	c	23	500.00	25.88	180.00	c	24	804.00	91.07	300.00	c
25	600.00	31.77	180.00	c	26	900.00	56.36	300.00	c	27	850.00	21.27	200.00	c
28	900.00	18.47	200.00	c	29	850.00	6.65	135.00	c	30	260.00	168.80	400.00	c
31	791.00	47.57	250.00	c	32	268.00	121.50	350.00	c	33	500.00	21.18	135.00	c
34	530.00	37.57	200.00	c	35	500.00	12.31	150.00	c	36	530.00	14.18	150.00	c
37	500.00	4.43	150.00	c	38	262.00	60.71	250.00	c	39	.00	.00	.00	

результати розрахунку

номер ділянки	код ділянки	діаметр труби,мм	довжина ділянки,м	витрата води,л/с	V ,м/с	втрати тиску,м
1	1- 0	800.00	100.00	716.24	1.42	.29
2	1- 8	630.00	288.00	542.79	1.74	1.70
3	1- 2	350.00	278.00	127.56	1.33	2.05
4	1- 3	200.00	513.00	19.70	.63	1.94
5	0- 1	250.00	396.00	40.38	.82	1.84
6	0- 1	250.00	620.00	49.10	1.00	4.14
7	0- 3	225.00	904.00	40.13	1.01	7.04
8	3- 5	200.00	565.00	27.02	.86	3.81
9	2- 8	600.00	601.00	392.73	1.39	2.41
10	2- 4	270.00	580.00	67.72	1.18	4.79
11	3- 2	300.00	750.00	81.57	1.15	5.16
12	4-10	500.00	900.00	219.86	1.12	3.01
13	4- 6	300.00	942.00	76.73	1.09	5.78
14	7- 4	300.00	513.00	33.43	.47	.69
15	5- 4	300.00	457.00	83.98	1.19	3.32
16	0- 5	250.00	452.00	45.81	.93	2.65
17	5- 7	200.00	581.00	23.95	.76	3.14
18	0- 7	250.00	540.00	51.29	1.04	3.91
19	7- 0	225.00	620.00	46.51	1.17	6.36
20	0- 6	200.00	262.00	35.52	1.13	2.94
21	6-12	250.00	350.00	66.28	1.35	4.14
22	6- 0	200.00	1100.00	20.78	.66	4.58
23	0-12	180.00	500.00	23.35	.92	4.36
24	8- 9	300.00	804.00	84.71	1.20	5.94
25	9- 0	180.00	600.00	33.08	1.30	10.09
26	10-11	300.00	900.00	65.25	.92	4.09
27	12-13	200.00	850.00	26.11	.83	5.38
28	11- 0	200.00	900.00	13.02	.41	1.60
29	13- 0	135.00	850.00	4.34	.30	1.44
30	8- 0	400.00	260.00	163.75	1.30	1.56
31	9- 0	250.00	791.00	48.88	1.00	5.24
32	10- 9	350.00	268.00	123.63	1.28	1.85
33	11- 9	135.00	500.00	14.42	1.01	7.53
34	12-10	200.00	530.00	36.66	1.17	6.31
35	13-11	150.00	500.00	15.45	.87	5.05
36	0-12	150.00	530.00	11.65	.66	3.19
37	0-13	150.00	500.00	6.74	.38	1.12
38	10- 8	250.00	262.00	69.20	1.41	3.38

Таблиця В.2– Результати ув’язки для режиму максимального водорозбору зі зміною опору магістралей на 20 %(Схема А)

20% B1 e= .01000 nk= 13 ny= 38

вихідні дані

ny	ly	q	dt	m	ny	ly	q	dt	m	ny	ly	q	dt	m
1	100.00	720.30	800.00	c	2	288.00	541.80	560.00	c	3	278.00	160.60	350.00	c
4	513.00	24.21	200.00	c	5	396.00	36.32	250.00	c	6	620.00	45.04	250.00	c
7	904.00	40.58	200.00	c	8	565.00	27.05	200.00	c	9	601.00	358.70	600.00	c
10	580.00	73.34	240.00	c	11	750.00	110.10	300.00	c	12	900.00	188.70	500.00	c
13	942.00	40.42	300.00	c	14	513.00	60.64	300.00	c	15	457.00	118.10	300.00	c
16	452.00	46.29	250.00	c	17	581.00	30.86	200.00	c	18	540.00	58.68	250.00	c
19	620.00	39.12	200.00	c	20	262.00	33.80	200.00	c	21	350.00	70.52	250.00	c
22	1100.00	22.50	200.00	c	23	500.00	25.88	160.00	c	24	804.00	91.07	300.00	c
25	600.00	31.77	160.00	c	26	900.00	56.36	300.00	c	27	850.00	21.27	200.00	c
28	900.00	18.47	200.00	c	29	850.00	6.65	120.00	c	30	260.00	168.80	400.00	c
31	791.00	47.57	250.00	c	32	268.00	121.50	350.00	c	33	500.00	21.18	120.00	c
34	530.00	37.57	200.00	c	35	500.00	12.31	150.00	c	36	530.00	14.18	150.00	c
37	500.00	4.43	150.00	c	38	262.00	60.71	250.00	c	39	.00	.00	.00	

результати розрахунку

номер ділянки	код ділянки	діаметр труби,мм	довжина ділянки,м	витрата води,л/с	V ,м/с	втрати тиску,м
1	1- 0	800.00	100.00	714.05	1.42	.29
2	1- 8	560.00	288.00	537.06	2.18	3.11
3	1- 2	350.00	278.00	130.93	1.36	2.16
4	1- 3	200.00	513.00	13.37	.43	.96
5	0- 1	250.00	396.00	42.57	.87	2.03
6	0- 1	250.00	620.00	51.29	1.04	4.49
7	0- 3	200.00	904.00	36.00	1.15	10.40
8	3- 5	200.00	565.00	31.11	.99	4.95
9	2- 8	600.00	601.00	383.63	1.36	2.30
10	2- 4	240.00	580.00	56.79	1.26	6.25
11	3- 2	300.00	750.00	91.26	1.29	6.40
12	4-10	500.00	900.00	224.65	1.14	3.14
13	4- 6	300.00	942.00	80.92	1.14	6.39
14	7- 4	300.00	513.00	22.39	.32	.33
15	5- 4	300.00	457.00	78.65	1.11	2.94
16	0- 5	250.00	452.00	45.77	.93	2.65
17	5- 7	200.00	581.00	29.67	.94	4.66
18	0- 7	250.00	540.00	56.97	1.16	4.76
19	7- 0	200.00	620.00	40.83	1.30	9.08
20	0- 6	200.00	262.00	34.34	1.09	2.76
21	6-12	250.00	350.00	65.77	1.34	4.08
22	6- 0	200.00	1100.00	21.96	.70	5.07
23	0-12	160.00	500.00	21.66	1.08	6.85
24	8- 9	300.00	804.00	91.44	1.29	6.89
25	9- 0	160.00	600.00	29.89	1.49	15.37
26	10-11	300.00	900.00	70.51	1.00	4.72
27	12-13	200.00	850.00	29.34	.93	6.68
28	11- 0	200.00	900.00	8.34	.27	.73
29	13- 0	120.00	850.00	2.80	.25	1.17
30	8- 0	400.00	260.00	167.29	1.33	1.62
31	9- 0	250.00	791.00	45.69	.93	4.62
32	10- 9	350.00	268.00	127.40	1.32	1.97
33	11- 9	120.00	500.00	12.93	1.14	11.13
34	12-10	200.00	530.00	37.77	1.20	6.64
35	13-11	150.00	500.00	18.59	1.05	7.13
36	0-12	150.00	530.00	9.96	.56	2.39
37	0-13	150.00	500.00	8.28	.47	1.62
38	10- 8	250.00	262.00	66.24	1.35	3.10

Таблиця В.3– Результати ув’язки для режиму максимального водорозбору зі зміною опору магістралей на 30 %(Схема А)

30% В1 e= .01000 nk= 13 ny= 38

вихідні дані

ny	ly	q	dt	m	ny	ly	q	dt	m	ny	ly	q	dt	m
1	100.00	720.30	800.00	с	2	288.00	541.80	490.00	с	3	278.00	160.60	350.00	с
4	513.00	24.21	200.00	с	5	396.00	36.32	250.00	с	6	620.00	45.04	250.00	с
7	904.00	40.58	175.00	с	8	565.00	27.05	200.00	с	9	601.00	358.70	600.00	с
10	580.00	73.34	210.00	с	11	750.00	110.10	300.00	с	12	900.00	188.70	500.00	с
13	942.00	40.42	300.00	с	14	513.00	60.64	300.00	с	15	457.00	118.10	300.00	с
16	452.00	46.29	250.00	с	17	581.00	30.86	200.00	с	18	540.00	58.68	250.00	с
19	620.00	39.12	175.00	с	20	262.00	33.80	200.00	с	21	350.00	70.52	250.00	с
22	1100.00	22.50	200.00	с	23	500.00	25.88	140.00	с	24	804.00	91.07	300.00	с
25	600.00	31.77	140.00	с	26	900.00	56.36	300.00	с	27	850.00	21.27	200.00	с
28	900.00	18.47	200.00	с	29	850.00	6.65	105.00	с	30	260.00	168.80	400.00	с
31	791.00	47.57	250.00	с	32	268.00	121.50	350.00	с	33	500.00	21.18	105.00	с
34	530.00	37.57	200.00	с	35	500.00	12.31	150.00	с	36	530.00	14.18	150.00	с
37	500.00	4.43	150.00	с	38	262.00	60.71	250.00	с	39	.00	.00	.00	

результати розрахунку

номер ділянки	код ділянки	діаметр труби,мм	довжина ділянки,м	витрата води,л/с	V ,м/с	втрати тиску,м
1	1- 0	800.00	100.00	707.19	1.41	.28
2	1- 8	490.00	288.00	522.09	2.77	5.97
3	1- 2	350.00	278.00	128.98	1.34	2.09
4	1- 3	200.00	513.00	.75	.02	.01
5	0- 1	250.00	396.00	49.43	1.01	2.68
6	0- 1	250.00	620.00	58.15	1.18	5.68
7	0- 3	175.00	904.00	30.23	1.26	14.73
8	3- 5	200.00	565.00	36.75	1.17	6.75
9	2- 8	600.00	601.00	370.61	1.31	2.15
10	2- 4	210.00	580.00	44.89	1.30	7.93
11	3- 2	300.00	750.00	101.94	1.44	7.99
12	4-10	500.00	900.00	230.13	1.17	3.28
13	4- 6	300.00	942.00	86.30	1.22	7.19
14	7- 4	300.00	513.00	8.55	.12	.06
15	5- 4	300.00	457.00	71.80	1.02	2.48
16	0- 5	250.00	452.00	45.64	.93	2.63
17	5- 7	200.00	581.00	36.65	1.17	6.91
18	0- 7	250.00	540.00	63.81	1.30	5.92
19	7- 0	175.00	620.00	33.99	1.41	12.77
20	0- 6	200.00	262.00	32.73	1.04	2.52
21	6-12	250.00	350.00	64.67	1.32	3.94
22	6- 0	200.00	1100.00	23.57	.75	5.77
23	0-12	140.00	500.00	18.96	1.23	10.45
24	8- 9	300.00	804.00	103.62	1.47	8.84
25	9- 0	140.00	600.00	25.82	1.68	23.28
26	10-11	300.00	900.00	78.02	1.10	5.70
27	12-13	200.00	850.00	33.77	1.08	8.68
28	11- 0	200.00	900.00	2.34	.07	.08
29	13- 0	105.00	850.00	1.07	.12	.41
30	8- 0	400.00	260.00	175.40	1.40	1.78
31	9- 0	250.00	791.00	41.62	.85	3.89
32	10- 9	350.00	268.00	132.98	1.38	2.15
33	11- 9	105.00	500.00	11.00	1.27	16.17
34	12-10	200.00	530.00	38.96	1.24	7.07
35	13-11	150.00	500.00	22.86	1.29	10.55
36	0-12	150.00	530.00	7.26	.41	1.35
37	0-13	150.00	500.00	10.01	.57	2.28
38	10- 8	250.00	262.00	59.64	1.21	2.51

Таблиця В.4– Результати ув’язки для режиму максимального водорозбору зі зміною опору магістралей на 40 %(Схема А)

40% B1 e= .01000 nk= 13 ny= 38

вихідні дані

ny	ly	q	dt	m	ny	ly	q	dt	m	ny	ly	q	dt	m
1	100.00	720.30	800.00	c	2	288.00	541.80	420.00	c	3	278.00	160.60	350.00	c
4	513.00	24.21	200.00	c	5	396.00	36.32	250.00	c	6	620.00	45.04	250.00	c
7	904.00	40.58	150.00	c	8	565.00	27.05	200.00	c	9	601.00	358.70	600.00	c
10	580.00	73.34	180.00	c	11	750.00	110.10	300.00	c	12	900.00	188.70	500.00	c
13	942.00	40.42	300.00	c	14	513.00	60.64	300.00	c	15	457.00	118.10	300.00	c
16	452.00	46.29	250.00	c	17	581.00	30.86	200.00	c	18	540.00	58.68	250.00	c
19	620.00	39.12	150.00	c	20	262.00	33.80	200.00	c	21	350.00	70.52	250.00	c
22	1100.00	22.50	200.00	c	23	500.00	25.88	120.00	c	24	804.00	91.07	300.00	c
25	600.00	31.77	120.00	c	26	900.00	56.36	300.00	c	27	850.00	21.27	200.00	c
28	900.00	18.47	200.00	c	29	850.00	6.65	90.00	c	30	260.00	168.80	400.00	c
31	791.00	47.57	250.00	c	32	268.00	121.50	350.00	c	33	500.00	21.18	90.00	c
34	530.00	37.57	200.00	c	35	500.00	12.31	150.00	c	36	530.00	14.18	150.00	c
37	500.00	4.43	150.00	c	38	262.00	60.71	250.00	c	39	.00	.00	.00	

результати розрахунку

номер ділянки	код ділянки	діаметр труби,мм	довжина ділянки,м	витрата води,л/с	V ,м/с	втрати тиску,м
1	1- 0	800.00	100.00	694.70	1.38	.27
2	1- 8	420.00	288.00	491.53	3.55	11.98
3	1- 2	350.00	278.00	120.64	1.25	1.83
4	1- 3	200.00	513.00	18.16	.58	1.67
5	0- 1	250.00	396.00	61.92	1.26	4.09
6	0- 1	250.00	620.00	70.64	1.44	8.33
7	0- 3	150.00	904.00	23.81	1.35	20.69
8	3- 5	200.00	565.00	43.27	1.38	9.30
9	2- 8	600.00	601.00	348.39	1.23	1.90
10	2- 4	180.00	580.00	32.93	1.29	9.66
11	3- 2	300.00	750.00	112.51	1.59	9.73
12	4-10	500.00	900.00	235.27	1.20	3.42
13	4- 6	300.00	942.00	92.11	1.30	8.19
14	7- 4	300.00	513.00	6.87	.10	.04
15	5- 4	300.00	457.00	63.88	.90	1.99
16	0- 5	250.00	452.00	45.75	.93	2.65
17	5- 7	200.00	581.00	44.15	1.41	9.95
18	0- 7	250.00	540.00	71.43	1.46	7.42
19	7- 0	150.00	620.00	26.37	1.49	17.41
20	0- 6	200.00	262.00	30.72	.98	2.24
21	6-12	250.00	350.00	62.87	1.28	3.73
22	6- 0	200.00	1100.00	25.58	.81	6.71
23	0-12	120.00	500.00	15.15	1.34	15.11
24	8- 9	300.00	804.00	126.35	1.79	13.15
25	9- 0	120.00	600.00	21.16	1.87	35.37
26	10-11	300.00	900.00	87.64	1.24	7.08
27	12-13	200.00	850.00	39.60	1.26	11.71
28	11- 0	200.00	900.00	4.61	.15	.26
29	13- 0	90.00	850.00	.95	.15	.70
30	8- 0	400.00	260.00	193.47	1.54	2.17
31	9- 0	250.00	791.00	36.96	.75	3.12
32	10- 9	350.00	268.00	140.31	1.46	2.39
33	11- 9	90.00	500.00	8.71	1.37	22.95
34	12-10	200.00	530.00	40.11	1.28	7.49
35	13-11	150.00	500.00	27.80	1.57	15.60
36	0-12	150.00	530.00	3.45	.20	.36
37	0-13	150.00	500.00	12.03	.68	3.19
38	10- 8	250.00	262.00	44.23	.90	1.44

Таблиця В.5– Результати ув’язки для режиму максимального водорозбору зі зміною опору магістралей на 50 %(Схема А)

50% B1 e= .01000 nk= 13 ny= 38

вихідні дані

ny	ly	q	dt	m	ny	ly	q	dt	m	ny	ly	q	dt	m
1	100.00	720.30	800.00	c	2	288.00	541.80	350.00	c	3	278.00	160.60	350.00	c
4	513.00	24.21	200.00	c	5	396.00	36.32	250.00	c	6	620.00	45.04	250.00	c
7	904.00	40.58	125.00	c	8	565.00	27.05	200.00	c	9	601.00	358.70	600.00	c
10	580.00	73.34	150.00	c	11	750.00	110.10	300.00	c	12	900.00	188.70	500.00	c
13	942.00	40.42	300.00	c	14	513.00	60.64	300.00	c	15	457.00	118.10	300.00	c
16	452.00	46.29	250.00	c	17	581.00	30.86	200.00	c	18	540.00	58.68	250.00	c
19	620.00	39.12	125.00	c	20	262.00	33.80	200.00	c	21	350.00	70.52	250.00	c
22	1100.00	22.50	200.00	c	23	500.00	25.88	100.00	c	24	804.00	91.07	300.00	c
25	600.00	31.77	100.00	c	26	900.00	56.36	300.00	c	27	850.00	21.27	200.00	c
28	900.00	18.47	200.00	c	29	850.00	6.65	75.00	c	30	260.00	168.80	400.00	c
31	791.00	47.57	250.00	c	32	268.00	121.50	350.00	c	33	500.00	21.18	75.00	c
34	530.00	37.57	200.00	c	35	500.00	12.31	150.00	c	36	530.00	14.18	150.00	c
37	500.00	4.43	150.00	c	38	262.00	60.71	250.00	c	39	.00	.00	.00	

результати розрахунку

номер ділянки	код ділянки	діаметр труби,мм	довжина ділянки,м	витрата води,л/с	V ,м/с	втрати тиску,м
1	1- 0	800.00	100.00	678.13	1.35	.26
2	1- 8	350.00	288.00	437.30	4.55	24.93
3	1- 2	350.00	278.00	107.77	1.12	1.48
4	1- 3	200.00	513.00	40.53	1.29	7.40
5	0- 1	250.00	396.00	78.49	1.60	6.57
6	0- 1	250.00	620.00	87.21	1.78	12.70
7	0- 3	125.00	904.00	18.01	1.47	31.11
8	3- 5	200.00	565.00	49.71	1.58	12.27
9	2- 8	600.00	601.00	307.03	1.09	1.50
10	2- 4	150.00	580.00	22.08	1.25	11.41
11	3- 2	300.00	750.00	122.00	1.73	11.44
12	4-10	500.00	900.00	239.31	1.22	3.52
13	4- 6	300.00	942.00	97.30	1.38	9.14
14	7- 4	300.00	513.00	21.77	.31	.32
15	5- 4	300.00	457.00	56.08	.79	1.57
16	0- 5	250.00	452.00	46.38	.94	2.71
17	5- 7	200.00	581.00	51.26	1.63	13.41
18	0- 7	250.00	540.00	79.16	1.61	9.11
19	7- 0	125.00	620.00	18.64	1.52	22.84
20	0- 6	200.00	262.00	28.76	.92	1.98
21	6-12	250.00	350.00	60.34	1.23	3.43
22	6- 0	200.00	1100.00	27.54	.88	7.69
23	0-12	100.00	500.00	10.65	1.36	19.64
24	8- 9	300.00	804.00	168.62	2.39	23.42
25	9- 0	100.00	600.00	16.55	2.11	56.91
26	10-11	300.00	900.00	97.60	1.38	8.79
27	12-13	200.00	850.00	44.83	1.43	15.01
28	11- 0	200.00	900.00	11.46	.36	1.28
29	13- 0	75.00	850.00	1.68	.38	4.65
30	8- 0	400.00	260.00	231.13	1.84	3.10
31	9- 0	250.00	791.00	32.35	.66	2.45
32	10- 9	350.00	268.00	148.03	1.54	2.66
33	11- 9	75.00	500.00	6.47	1.46	33.27
34	12-10	200.00	530.00	41.48	1.32	8.01
35	13-11	150.00	500.00	33.91	1.92	23.21
36	0-12	150.00	530.00	1.05	.06	.05
37	0-13	150.00	500.00	12.76	.72	3.55
38	10- 8	250.00	262.00	9.69	.20	.09

Таблиця В.6 – Результати ув’язки для режиму максимального водорозбору зі зміною опору магістралей на 10 %(Схема Б)

e= .01000 nk= 13 ny= 38

вихідні дані

ny	ly	q	dt	m	ny	ly	q	dt	m	ny	ly	q	dt	m
1	100.00	3.09	150.00	c	2	288.00	4.49	225.00	c	3	278.00	11.23	250.00	c
4	513.00	22.60	200.00	c	5	396.00	11.80	150.00	c	6	620.00	3.09	100.00	c
7	904.00	54.37	225.00	c	8	565.00	61.35	300.00	c	9	601.00	6.74	150.00	c
10	580.00	48.98	270.00	c	11	750.00	15.06	250.00	c	12	900.00	32.65	350.00	c
13	942.00	262.80	600.00	c	14	513.00	27.00	200.00	c	15	457.00	40.90	250.00	c
16	452.00	137.10	400.00	c	17	581.00	40.50	200.00	c	18	540.00	499.90	700.00	c
19	620.00	402.10	540.00	c	20	262.00	84.07	300.00	c	21	350.00	18.48	150.00	c
22	1100.00	27.73	200.00	c	23	500.00	24.11	225.00	c	24	804.00	18.70	350.00	c
25	600.00	6.32	180.00	c	26	900.00	41.06	200.00	c	27	850.00	9.31	150.00	c
28	900.00	16.32	250.00	c	29	850.00	20.38	180.00	c	30	260.00	17.15	200.00	c
31	791.00	9.48	150.00	c	32	268.00	27.37	200.00	c	33	500.00	24.48	180.00	c
34	530.00	171.50	400.00	c	35	500.00	60.85	300.00	c	36	530.00	12.41	150.00	c
37	500.00	9.31	100.00	c	38	262.00	38.95	350.00	c	39	.00	.00	.00	

результати розрахунку

номер ділянки	код ділянки	діаметр труби,мм	довжина ділянки,м	витрата води,л/с	V ,м/с	втрати тиску,м
1	0- 1	150.00	100.00	6.69	.38	.22
2	1- 8	225.00	288.00	.41	.01	.00
3	2- 1	250.00	278.00	17.54	.36	.28
4	3- 1	200.00	513.00	10.70	.34	.64
5	1- 0	150.00	396.00	8.20	.46	1.26
6	1- 0	100.00	620.00	.52	.07	.11
7	3- 0	225.00	904.00	38.87	.98	6.63
8	5- 3	300.00	565.00	91.46	1.29	4.84
9	8- 2	150.00	601.00	5.33	.30	.88
10	4- 2	270.00	580.00	40.50	.71	1.85
11	2- 3	250.00	750.00	33.26	.68	2.44
12	10- 4	350.00	900.00	53.86	.56	1.33
13	6- 4	600.00	942.00	271.45	.96	1.87
14	4- 7	200.00	513.00	11.49	.37	.73
15	4- 5	250.00	457.00	20.51	.42	.62
16	5- 0	400.00	452.00	151.71	1.21	2.32
17	7- 5	200.00	581.00	35.62	1.13	6.55
18	0- 7	700.00	540.00	490.17	1.27	1.49
19	0- 7	540.00	620.00	392.37	1.71	4.34
20	0- 6	300.00	262.00	81.20	1.15	1.79
21	6-12	150.00	350.00	21.03	1.19	6.28
22	0- 6	200.00	1100.00	24.86	.79	6.36
23	0-12	225.00	500.00	23.79	.60	1.49
24	8- 9	350.00	804.00	16.94	.18	.15
25	0- 9	180.00	600.00	3.26	.13	.15
26	11-10	200.00	900.00	16.81	.54	2.54
27	12-13	150.00	850.00	15.16	.86	8.29
28	0-11	250.00	900.00	25.14	.51	1.76
29	13- 0	180.00	850.00	14.85	.58	3.23
30	0- 8	200.00	260.00	15.85	.50	.66
31	9- 0	150.00	791.00	12.53	.71	5.44
32	10- 9	200.00	268.00	39.75	1.27	3.72
33	11- 9	180.00	500.00	12.61	.50	1.41
34	12-10	400.00	530.00	156.38	1.24	2.89
35	13-11	300.00	500.00	64.13	.91	2.20
36	0-12	150.00	530.00	12.09	.68	3.41
37	13- 0	100.00	500.00	3.77	.48	2.87
38	10- 8	350.00	262.00	53.09	.55	.38

Таблиця В.7– Результати ув’язки для режиму максимального водорозбору зі зміною опору магістралей на 20 %(Схема Б)

e= .01000 nk= 13 ny= 38

вихідні дані

ny	ly	q	dt	m	ny	ly	q	dt	m	ny	ly	q	dt	m
1	100.00	3.09	150.00	c	2	288.00	4.49	200.00	c	3	278.00	11.23	250.00	c
4	513.00	22.60	200.00	c	5	396.00	11.80	150.00	c	6	620.00	3.09	100.00	c
7	904.00	54.37	200.00	c	8	565.00	61.35	300.00	c	9	601.00	6.74	150.00	c
10	580.00	48.98	240.00	c	11	750.00	15.06	250.00	c	12	900.00	32.65	350.00	c
13	942.00	262.80	600.00	c	14	513.00	27.00	200.00	c	15	457.00	40.90	250.00	c
16	452.00	137.10	400.00	c	17	581.00	40.50	200.00	c	18	540.00	499.90	700.00	c
19	620.00	402.10	480.00	c	20	262.00	84.07	300.00	c	21	350.00	18.48	150.00	c
22	1100.00	27.73	200.00	c	23	500.00	24.11	200.00	c	24	804.00	18.70	350.00	c
25	600.00	6.32	160.00	c	26	900.00	41.06	200.00	c	27	850.00	9.31	150.00	c
28	900.00	16.32	250.00	c	29	850.00	20.38	160.00	c	30	260.00	17.15	200.00	c
31	791.00	9.48	150.00	c	32	268.00	27.37	200.00	c	33	500.00	24.48	160.00	c
34	530.00	171.50	400.00	c	35	500.00	60.85	300.00	c	36	530.00	12.41	150.00	c
37	500.00	9.31	100.00	c	38	262.00	38.95	350.00	c	39	.00	.00	.00	

результати розрахунку

номер ділянки	код ділянки	діаметр труби,мм	довжина ділянки,м	витрата води,л/с	V ,м/с	втрати тиску,м
1	0- 1	150.00	100.00	7.05	.40	.24
2	1- 8	200.00	288.00	2.20	.07	.02
3	2- 1	250.00	278.00	19.92	.41	.36
4	3- 1	200.00	513.00	6.54	.21	.27
5	1- 0	150.00	396.00	7.84	.44	1.16
6	1- 0	100.00	620.00	.88	.11	.27
7	3- 0	200.00	904.00	34.34	1.09	9.52
8	5- 3	300.00	565.00	105.14	1.49	6.40
9	8- 2	150.00	601.00	4.74	.27	.72
10	4- 2	240.00	580.00	38.59	.85	3.04
11	2- 3	250.00	750.00	39.81	.81	3.40
12	10- 4	350.00	900.00	53.26	.55	1.31
13	6- 4	600.00	942.00	271.41	.96	1.87
14	4- 7	200.00	513.00	3.44	.11	.09
15	4- 5	250.00	457.00	11.47	.23	.22
16	5- 0	400.00	452.00	160.87	1.28	2.61
17	7- 5	200.00	581.00	41.51	1.32	8.80
18	0- 7	700.00	540.00	475.12	1.23	1.40
19	0- 7	480.00	620.00	377.32	2.09	7.49
20	0- 6	300.00	262.00	81.12	1.15	1.78
21	6-12	150.00	350.00	20.96	1.19	6.24
22	0- 6	200.00	1100.00	24.78	.79	6.33
23	0-12	200.00	500.00	23.64	.75	2.64
24	8- 9	350.00	804.00	17.92	.19	.17
25	0- 9	160.00	600.00	2.81	.14	.21
26	11-10	200.00	900.00	15.88	.51	2.30
27	12-13	150.00	850.00	16.12	.91	9.30
28	0-11	250.00	900.00	26.55	.54	1.94
29	13- 0	160.00	850.00	14.03	.70	5.21
30	0- 8	200.00	260.00	14.42	.46	.56
31	9- 0	150.00	791.00	12.99	.73	5.80
32	10- 9	200.00	268.00	38.81	1.24	3.55
33	11- 9	160.00	500.00	10.74	.53	1.88
34	12-10	400.00	530.00	157.02	1.25	2.91
35	13-11	300.00	500.00	64.73	.92	2.24
36	0-12	150.00	530.00	11.94	.68	3.33
37	13- 0	100.00	500.00	2.96	.38	1.85
38	10- 8	350.00	262.00	51.17	.53	.35

Таблиця В.8 – Результати ув’язки для режиму максимального водорозбору зі зміною опору магістралей на 30 %(Схема Б)

e= .01000 nk= 13 ny= 38

вихідні дані

ny	ly	q	dt	m	ny	ly	q	dt	m	ny	ly	q	dt	m
1	100.00	3.09	150.00	c	2	288.00	4.49	175.00	c	3	278.00	11.23	250.00	c
4	513.00	22.60	200.00	c	5	396.00	11.80	150.00	c	6	620.00	3.09	100.00	c
7	904.00	54.37	175.00	c	8	565.00	61.35	300.00	c	9	601.00	6.74	150.00	c
10	580.00	48.98	210.00	c	11	750.00	15.06	250.00	c	12	900.00	32.65	350.00	c
13	942.00	262.80	600.00	c	14	513.00	27.00	200.00	c	15	457.00	40.90	250.00	c
16	452.00	137.10	400.00	c	17	581.00	40.50	200.00	c	18	540.00	499.90	700.00	c
19	620.00	402.10	420.00	c	20	262.00	84.07	300.00	c	21	350.00	18.48	150.00	c
22	1100.00	27.73	200.00	c	23	500.00	24.11	175.00	c	24	804.00	18.70	350.00	c
25	600.00	6.32	140.00	c	26	900.00	41.06	200.00	c	27	850.00	9.31	150.00	c
28	900.00	16.32	250.00	c	29	850.00	20.38	140.00	c	30	260.00	17.15	200.00	c
31	791.00	9.48	150.00	c	32	268.00	27.37	200.00	c	33	500.00	24.48	140.00	c
34	530.00	171.50	400.00	c	35	500.00	60.85	300.00	c	36	530.00	12.41	150.00	c
37	500.00	9.31	100.00	c	38	262.00	38.95	350.00	c	39	.00	.00	.00	

результати розрахунку

номер ділянки	код ділянки	діаметр труби,мм	довжина ділянки,м	витрата води,л/с	V ,м/с	втрати тиску,м
1	0- 1	150.00	100.00	6.91	.39	.23
2	1- 8	175.00	288.00	5.30	.22	.20
3	2- 1	250.00	278.00	25.15	.51	.54
4	3- 1	200.00	513.00	1.72	.05	.03
5	1- 0	150.00	396.00	7.98	.45	1.20
6	1- 0	100.00	620.00	.73	.09	.20
7	3- 0	175.00	904.00	29.67	1.23	14.19
8	5- 3	300.00	565.00	125.18	1.77	9.07
9	8- 2	150.00	601.00	2.62	.15	.25
10	4- 2	210.00	580.00	36.85	1.06	5.45
11	2- 3	250.00	750.00	49.85	1.02	5.15
12	10- 4	350.00	900.00	49.54	.51	1.15
13	6- 4	600.00	942.00	268.05	.95	1.82
14	4- 7	200.00	513.00	22.57	.72	2.48
15	4- 5	250.00	457.00	.27	.01	.00
16	5- 0	400.00	452.00	176.23	1.40	3.13
17	7- 5	200.00	581.00	48.90	1.56	12.21
18	0- 7	700.00	540.00	452.37	1.18	1.28
19	0- 7	420.00	620.00	354.57	2.56	13.42
20	0- 6	300.00	262.00	80.86	1.14	1.77
21	6-12	150.00	350.00	20.79	1.18	6.15
22	0- 6	200.00	1100.00	24.52	.78	6.20
23	0-12	175.00	500.00	23.21	.96	4.97
24	8- 9	350.00	804.00	20.54	.21	.21
25	0- 9	140.00	600.00	2.18	.14	.26
26	11-10	200.00	900.00	14.48	.46	1.94
27	12-13	150.00	850.00	17.91	1.01	11.30
28	0-11	250.00	900.00	28.04	.57	2.14
29	13- 0	140.00	850.00	12.68	.82	8.42
30	0- 8	200.00	260.00	11.18	.36	.35
31	9- 0	150.00	791.00	13.61	.77	6.33
32	10- 9	200.00	268.00	38.09	1.21	3.42
33	11- 9	140.00	500.00	8.63	.56	2.44
34	12-10	400.00	530.00	157.55	1.25	2.93
35	13-11	300.00	500.00	64.87	.92	2.25
36	0-12	150.00	530.00	11.51	.65	3.12
37	13- 0	100.00	500.00	1.61	.21	.63
38	10- 8	350.00	262.00	47.83	.50	.31

Таблиця В.9 – Результати ув’язки для режиму максимального водорозбору зі зміною опору магістралей на 40 %(Схема Б)

e= .01000 nk= 13 ny= 38

вихідні дані

ny	ly	q	dt	m	ny	ly	q	dt	m	ny	ly	q	dt	m
1	100.00	3.09	150.00	c	2	288.00	4.49	150.00	c	3	278.00	11.23	250.00	c
4	513.00	22.60	200.00	c	5	396.00	11.80	150.00	c	6	620.00	3.09	100.00	c
7	904.00	54.37	150.00	c	8	565.00	61.35	300.00	c	9	601.00	6.74	150.00	c
10	580.00	48.98	180.00	c	11	750.00	15.06	250.00	c	12	900.00	32.65	350.00	c
13	942.00	262.80	600.00	c	14	513.00	27.00	200.00	c	15	457.00	40.90	250.00	c
16	452.00	137.10	400.00	c	17	581.00	40.50	200.00	c	18	540.00	499.90	700.00	c
19	620.00	402.10	360.00	c	20	262.00	84.07	300.00	c	21	350.00	18.48	150.00	c
22	1100.00	27.73	200.00	c	23	500.00	24.11	150.00	c	24	804.00	18.70	350.00	c
25	600.00	6.32	120.00	c	26	900.00	41.06	200.00	c	27	850.00	9.31	150.00	c
28	900.00	16.32	250.00	c	29	850.00	20.38	120.00	c	30	260.00	17.15	200.00	c
31	791.00	9.48	150.00	c	32	268.00	27.37	200.00	c	33	500.00	24.48	120.00	c
34	530.00	171.50	400.00	c	35	500.00	60.85	300.00	c	36	530.00	12.41	150.00	c
37	500.00	9.31	100.00	c	38	262.00	38.95	350.00	c	39	.00	.00	.00	

результати розрахунку

номер ділянки	код ділянки	діаметр труби,мм	довжина ділянки,м	витрата води,л/с	V ,м/с	втрати тиску,м
1	0- 1	150.00	100.00	5.18	.29	.14
2	1- 8	150.00	288.00	8.55	.48	.99
3	2- 1	250.00	278.00	36.38	.74	1.07
4	3- 1	200.00	513.00	4.68	.15	.15
5	1- 0	150.00	396.00	9.70	.55	1.71
6	1- 0	100.00	620.00	.99	.13	.33
7	3- 0	150.00	904.00	24.99	1.41	22.79
8	5- 3	300.00	565.00	152.41	2.16	13.45
9	8- 2	150.00	601.00	5.37	.30	.89
10	4- 2	180.00	580.00	35.41	1.39	11.17
11	2- 3	250.00	750.00	67.49	1.37	9.20
12	10- 4	350.00	900.00	38.78	.40	.74
13	6- 4	600.00	942.00	257.27	.91	1.69
14	4- 7	200.00	513.00	43.51	1.38	8.53
15	4- 5	250.00	457.00	11.31	.23	.21
16	5- 0	400.00	452.00	198.78	1.58	3.98
17	7- 5	200.00	581.00	58.80	1.87	17.65
18	0- 7	700.00	540.00	419.92	1.09	1.11
19	0- 7	360.00	620.00	322.12	3.16	25.08
20	0- 6	300.00	262.00	80.12	1.13	1.74
21	6-12	150.00	350.00	20.37	1.15	5.91
22	0- 6	200.00	1100.00	23.78	.76	5.86
23	0-12	150.00	500.00	22.05	1.25	9.81
24	8- 9	350.00	804.00	24.71	.26	.30
25	0- 9	120.00	600.00	1.39	.12	.24
26	11-10	200.00	900.00	12.36	.39	1.46
27	12-13	150.00	850.00	21.09	1.19	15.34
28	0-11	250.00	900.00	29.42	.60	2.34
29	13- 0	120.00	850.00	10.66	.94	13.19
30	0- 8	200.00	260.00	6.21	.20	.12
31	9- 0	150.00	791.00	14.41	.82	7.03
32	10- 9	200.00	268.00	38.04	1.21	3.41
33	11- 9	120.00	500.00	6.45	.57	3.08
34	12-10	400.00	530.00	157.96	1.26	2.95
35	13-11	300.00	500.00	64.23	.91	2.20
36	0-12	150.00	530.00	10.35	.59	2.57
37	13- 0	100.00	500.00	.41	.05	.06
38	10- 8	350.00	262.00	43.61	.45	.27

Таблиця В.10– Результати ув’язки для режиму максимального водорозбору зі зміною опору магістралей на 50 %(Схема Б)

e= .01000 nk= 13 ny= 38

вихідні дані

ny	ly	q	dt	m	ny	ly	q	dt	m	ny	ly	q	dt	m
1	100.00	3.09	150.00	c	2	288.00	4.49	125.00	c	3	278.00	11.23	250.00	c
4	513.00	22.60	200.00	c	5	396.00	11.80	150.00	c	6	620.00	3.09	100.00	c
7	904.00	54.37	125.00	c	8	565.00	61.35	300.00	c	9	601.00	6.74	150.00	c
10	580.00	48.98	150.00	c	11	750.00	15.06	250.00	c	12	900.00	32.65	350.00	c
13	942.00	262.80	600.00	c	14	513.00	27.00	200.00	c	15	457.00	40.90	250.00	c
16	452.00	137.10	400.00	c	17	581.00	40.50	200.00	c	18	540.00	499.90	700.00	c
19	620.00	402.10	300.00	c	20	262.00	84.07	300.00	c	21	350.00	18.48	150.00	c
22	1100.00	27.73	200.00	c	23	500.00	24.11	125.00	c	24	804.00	18.70	350.00	c
25	600.00	6.32	100.00	c	26	900.00	41.06	200.00	c	27	850.00	9.31	150.00	c
28	900.00	16.32	250.00	c	29	850.00	20.38	100.00	c	30	260.00	17.15	200.00	c
31	791.00	9.48	150.00	c	32	268.00	27.37	200.00	c	33	500.00	24.48	100.00	c
34	530.00	171.50	400.00	c	35	500.00	60.85	300.00	c	36	530.00	12.41	150.00	c
37	500.00	9.31	100.00	c	38	262.00	38.95	350.00	c	39	.00	.00	.00	

результати розрахунку

номер ділянки	код ділянки	діаметр труби,мм	довжина ділянки,м	витрата води,л/с	V ,м/с	втрати тиску,м
1	0- 1	150.00	100.00	1.90	.11	.02
2	1- 8	125.00	288.00	14.09	1.15	6.13
3	2- 1	250.00	278.00	52.51	1.07	2.10
4	3- 1	200.00	513.00	12.91	.41	.90
5	1- 0	150.00	396.00	12.98	.73	2.90
6	1- 0	100.00	620.00	4.27	.54	4.45
7	3- 0	125.00	904.00	20.04	1.63	38.52
8	5- 3	300.00	565.00	188.54	2.67	20.58
9	8- 2	150.00	601.00	15.96	.90	6.45
10	4- 2	150.00	580.00	33.07	1.87	25.61
11	2- 3	250.00	750.00	91.86	1.87	17.04
12	10- 4	350.00	900.00	23.01	.24	.29
13	6- 4	600.00	942.00	241.88	.86	1.51
14	4- 7	200.00	513.00	71.29	2.27	22.91
15	4- 5	250.00	457.00	25.40	.52	.91
16	5- 0	400.00	452.00	229.96	1.83	5.33
17	7- 5	200.00	581.00	72.48	2.31	26.82
18	0- 7	700.00	540.00	375.05	.97	.90
19	0- 7	300.00	620.00	277.25	3.92	48.83
20	0- 6	300.00	262.00	78.43	1.11	1.67
21	6-12	150.00	350.00	19.18	1.09	5.29
22	0- 6	200.00	1100.00	22.09	.70	5.12
23	0-12	125.00	500.00	19.16	1.56	19.48
24	8- 9	350.00	804.00	32.69	.34	.49
25	0- 9	100.00	600.00	.54	.07	.11
26	11-10	200.00	900.00	9.79	.31	.96
27	12-13	150.00	850.00	25.99	1.47	23.18
28	0-11	250.00	900.00	30.67	.62	2.52
29	13- 0	100.00	850.00	8.64	1.10	22.32
30	0- 8	200.00	260.00	2.62	.08	.03
31	9- 0	150.00	791.00	15.25	.86	7.81
32	10- 9	200.00	268.00	38.51	1.23	3.49
33	11- 9	100.00	500.00	4.36	.55	3.72
34	12-10	400.00	530.00	159.53	1.27	3.01
35	13-11	300.00	500.00	63.46	.90	2.16
36	0-12	150.00	530.00	7.46	.42	1.42
37	13- 0	100.00	500.00	2.43	.31	1.30
38	10- 8	350.00	262.00	36.10	.38	.19

Таблиця В.11– Результати ув’язки для режиму максимального водорозбору зі зміною опору магістралей на 10 %(Схема В)

e= .01000 nk= 13 ny= 38

вихідні дані

ny	ly	q	dt	m	ny	ly	q	dt	m	ny	ly	q	dt	m
1	100.00	10.50	150.00	c	2	288.00	14.07	180.00	c	3	278.00	24.62	200.00	c
4	513.00	14.59	200.00	c	5	396.00	4.36	100.00	c	6	620.00	4.36	150.00	c
7	904.00	9.73	135.00	c	8	565.00	77.36	300.00	c	9	601.00	61.15	300.00	c
10	580.00	250.10	450.00	c	11	750.00	16.41	150.00	c	12	900.00	188.70	500.00	c
13	942.00	40.42	250.00	c	14	513.00	60.64	250.00	c	15	457.00	118.10	350.00	c
16	452.00	46.29	200.00	c	17	581.00	30.86	200.00	c	18	540.00	58.68	250.00	c
19	620.00	39.12	225.00	c	20	262.00	33.80	200.00	c	21	350.00	70.52	250.00	c
22	1100.00	22.50	250.00	c	23	500.00	25.88	180.00	c	24	804.00	29.82	400.00	c
25	600.00	6.31	135.00	c	26	900.00	56.36	300.00	c	27	850.00	21.27	200.00	c
28	900.00	18.47	200.00	c	29	850.00	6.65	135.00	c	30	260.00	6.03	250.00	c
31	791.00	9.48	150.00	c	32	268.00	159.60	350.00	c	33	500.00	59.28	225.00	c
34	530.00	37.57	250.00	c	35	500.00	12.31	250.00	c	36	530.00	14.18	150.00	c
37	500.00	4.43	150.00	c	38	262.00	160.60	500.00	c	39	.00	.00	.00	

результати розрахунку

номер ділянки	код ділянки	діаметр труби,мм	довжина ділянки,м	витрата води,л/с	V ,м/с	втрати тиску,м
1	0- 1	150.00	100.00	16.52	.93	1.14
2	8- 1	180.00	288.00	7.01	.28	.28
3	1- 2	200.00	278.00	35.55	1.13	3.12
4	1- 3	200.00	513.00	15.75	.50	1.29
5	1- 0	100.00	396.00	1.66	.21	.53
6	0- 1	150.00	620.00	10.38	.59	3.02
7	3- 0	135.00	904.00	2.55	.18	.60
8	3- 5	300.00	565.00	61.92	.88	2.33
9	8- 2	300.00	601.00	51.00	.72	1.73
10	2- 4	450.00	580.00	215.91	1.36	3.23
11	2- 3	150.00	750.00	6.64	.38	1.63
12	4-10	500.00	900.00	213.82	1.09	2.86
13	4- 6	250.00	942.00	49.48	1.01	6.38
14	7- 4	250.00	513.00	49.82	1.01	3.52
15	5- 4	350.00	457.00	109.11	1.13	2.49
16	0- 5	200.00	452.00	38.03	1.21	5.75
17	5- 7	200.00	581.00	32.69	1.04	5.58
18	0- 7	250.00	540.00	52.26	1.06	4.05
19	7- 0	225.00	620.00	45.54	1.15	6.11
20	0- 6	200.00	262.00	25.62	.82	1.60
21	6-12	250.00	350.00	72.07	1.47	4.90
22	6- 0	250.00	1100.00	30.68	.63	3.09
23	0-12	180.00	500.00	19.24	.76	3.05
24	8- 9	400.00	804.00	2.18	.02	.00
25	0- 9	135.00	600.00	1.42	.10	.14
26	10-11	300.00	900.00	60.87	.86	3.59
27	12-13	200.00	850.00	26.27	.84	5.44
28	11- 0	200.00	900.00	6.08	.19	.42
29	13- 0	135.00	850.00	8.28	.58	4.62
30	0- 8	250.00	260.00	33.13	.67	.84
31	9- 0	150.00	791.00	14.37	.81	6.99
32	10- 9	350.00	268.00	146.83	1.53	2.62
33	11- 9	225.00	500.00	42.00	1.06	4.24
34	12-10	250.00	530.00	52.08	1.06	3.95
35	13-11	250.00	500.00	26.33	.54	1.06
36	0-12	150.00	530.00	7.54	.43	1.45
37	0-13	150.00	500.00	2.80	.16	.24
38	10- 8	500.00	262.00	179.83	.92	.60

Таблиця В.12– Результати ув’язки для режиму максимального водорозбору зі зміною опору магістралей на 20 %(Схема В)

e= .01000 nk= 13 ny= 38

вихідні дані

ny	ly	q	dt	m	ny	ly	q	dt	m	ny	ly	q	dt	m
1	100.00	10.50	150.00	c	2	288.00	14.07	160.00	c	3	278.00	24.62	200.00	c
4	513.00	14.59	200.00	c	5	396.00	4.36	100.00	c	6	620.00	4.36	150.00	c
7	904.00	9.73	120.00	c	8	565.00	77.36	300.00	c	9	601.00	61.15	300.00	c
10	580.00	250.10	400.00	c	11	750.00	16.41	150.00	c	12	900.00	188.70	500.00	c
13	942.00	40.42	250.00	c	14	513.00	60.64	250.00	c	15	457.00	118.10	350.00	c
16	452.00	46.29	200.00	c	17	581.00	30.86	200.00	c	18	540.00	58.68	250.00	c
19	620.00	39.12	200.00	c	20	262.00	33.80	200.00	c	21	350.00	70.52	250.00	c
22	1100.00	22.50	250.00	c	23	500.00	25.88	160.00	c	24	804.00	29.82	400.00	c
25	600.00	6.31	120.00	c	26	900.00	56.36	300.00	c	27	850.00	21.27	200.00	c
28	900.00	18.47	200.00	c	29	850.00	6.65	120.00	c	30	260.00	6.03	250.00	c
31	791.00	9.48	150.00	c	32	268.00	159.60	350.00	c	33	500.00	59.28	200.00	c
34	530.00	37.57	250.00	c	35	500.00	12.31	250.00	c	36	530.00	14.18	150.00	c
37	500.00	4.43	150.00	c	38	262.00	160.60	500.00	c	39	.00	.00	.00	

результати розрахунку

номер ділянки	код ділянки	діаметр труби,мм	довжина ділянки,м	витрата води,л/с	V ,м/с	втрати тиску,м
1	0- 1	150.00	100.00	17.56	.99	1.28
2	8- 1	160.00	288.00	7.19	.36	.53
3	1- 2	200.00	278.00	40.47	1.29	4.00
4	1- 3	200.00	513.00	17.78	.57	1.61
5	1- 0	100.00	396.00	2.71	.34	1.25
6	0- 1	150.00	620.00	11.42	.65	3.59
7	3- 0	120.00	904.00	.52	.05	.07
8	3- 5	300.00	565.00	61.09	.86	2.27
9	8- 2	300.00	601.00	55.74	.79	2.04
10	2- 4	400.00	580.00	205.37	1.63	5.46
11	2- 3	150.00	750.00	3.75	.21	.59
12	4-10	500.00	900.00	219.33	1.12	3.00
13	4- 6	250.00	942.00	52.14	1.06	7.04
14	7- 4	250.00	513.00	40.23	.82	2.37
15	5- 4	350.00	457.00	102.31	1.06	2.21
16	0- 5	200.00	452.00	40.27	1.28	6.44
17	5- 7	200.00	581.00	35.48	1.13	6.50
18	0- 7	250.00	540.00	57.28	1.17	4.81
19	7- 0	200.00	620.00	40.52	1.29	8.95
20	0- 6	200.00	262.00	23.71	.75	1.39
21	6-12	250.00	350.00	72.69	1.48	4.98
22	6- 0	250.00	1100.00	32.59	.66	3.45
23	0-12	160.00	500.00	17.95	.89	4.83
24	8- 9	400.00	804.00	4.54	.04	.01
25	0- 9	120.00	600.00	.27	.02	.01
26	10-11	300.00	900.00	65.60	.93	4.13
27	12-13	200.00	850.00	29.09	.93	6.57
28	11- 0	200.00	900.00	.41	.01	.00
29	13- 0	120.00	850.00	6.75	.60	5.70
30	0- 8	250.00	260.00	34.35	.70	.90
31	9- 0	150.00	791.00	15.52	.88	8.06
32	10- 9	350.00	268.00	144.74	1.50	2.54
33	11- 9	200.00	500.00	35.18	1.12	5.51
34	12-10	250.00	530.00	54.32	1.11	4.27
35	13-11	250.00	500.00	30.47	.62	1.39
36	0-12	150.00	530.00	6.25	.35	1.03
37	0-13	150.00	500.00	4.33	.24	.51
38	10- 8	500.00	262.00	180.10	.92	.60

Таблиця В.13 – Результати ув’язки для режиму максимального водорозбору зі зміною опору магістралей на 30 %(Схема В)

e= .01000 nk= 13 ny= 38

вихідні дані

ny	ly	q	dt	m	ny	ly	q	dt	m	ny	ly	q	dt	m
1	100.00	10.50	150.00	c	2	288.00	14.07	140.00	c	3	278.00	24.62	200.00	c
4	513.00	14.59	200.00	c	5	396.00	4.36	100.00	c	6	620.00	4.36	150.00	c
7	904.00	9.73	105.00	c	8	565.00	77.36	300.00	c	9	601.00	61.15	300.00	c
10	580.00	250.10	350.00	c	11	750.00	16.41	150.00	c	12	900.00	188.70	500.00	c
13	942.00	40.42	250.00	c	14	513.00	60.64	250.00	c	15	457.00	118.10	350.00	c
16	452.00	46.29	200.00	c	17	581.00	30.86	200.00	c	18	540.00	58.68	250.00	c
19	620.00	39.12	175.00	c	20	262.00	33.80	200.00	c	21	350.00	70.52	250.00	c
22	1100.00	22.50	250.00	c	23	500.00	25.88	140.00	c	24	804.00	29.82	400.00	c
25	600.00	6.31	105.00	c	26	900.00	56.36	300.00	c	27	850.00	21.27	200.00	c
28	900.00	18.47	200.00	c	29	850.00	6.65	105.00	c	30	260.00	6.03	250.00	c
31	791.00	9.48	150.00	c	32	268.00	159.60	350.00	c	33	500.00	59.28	175.00	c
34	530.00	37.57	250.00	c	35	500.00	12.31	250.00	c	36	530.00	14.18	150.00	c
37	500.00	4.43	150.00	c	38	262.00	160.60	500.00	c	39	.00	.00	.00	

результати розрахунку

номер ділянки	код ділянки	діаметр труби,мм	довжина ділянки,м	витрата води,л/с	V ,м/с	втрати тиску,м
1	0- 1	150.00	100.00	18.89	1.07	1.47
2	8- 1	140.00	288.00	7.23	.47	1.02
3	1- 2	200.00	278.00	48.60	1.55	5.77
4	1- 3	200.00	513.00	18.00	.57	1.64
5	1- 0	100.00	396.00	4.04	.51	2.56
6	0- 1	150.00	620.00	12.75	.72	4.40
7	3- 0	105.00	904.00	2.07	.24	1.40
8	3- 5	300.00	565.00	62.11	.88	2.34
9	8- 2	300.00	601.00	63.83	.90	2.62
10	2- 4	350.00	580.00	186.21	1.94	9.10
11	2- 3	150.00	750.00	4.16	.24	.71
12	4-10	500.00	900.00	229.31	1.17	3.26
13	4- 6	250.00	942.00	57.75	1.18	8.52
14	7- 4	250.00	513.00	24.11	.49	.93
15	5- 4	350.00	457.00	90.03	.94	1.74
16	0- 5	200.00	452.00	42.84	1.36	7.29
17	5- 7	200.00	581.00	39.32	1.25	7.89
18	0- 7	250.00	540.00	63.69	1.30	5.90
19	7- 0	175.00	620.00	34.11	1.42	12.86
20	0- 6	200.00	262.00	19.61	.62	.98
21	6-12	250.00	350.00	74.40	1.52	5.22
22	6- 0	250.00	1100.00	36.69	.75	4.28
23	0-12	140.00	500.00	15.58	1.01	7.25
24	8- 9	400.00	804.00	7.11	.06	.02
25	0- 9	105.00	600.00	.93	.11	.23
26	10-11	300.00	900.00	71.41	1.01	4.83
27	12-13	200.00	850.00	32.85	1.05	8.24
28	11- 0	200.00	900.00	5.67	.18	.37
29	13- 0	105.00	850.00	5.37	.62	7.27
30	0- 8	250.00	260.00	35.73	.73	.96
31	9- 0	150.00	791.00	16.71	.95	9.25
32	10- 9	350.00	268.00	143.27	1.49	2.49
33	11- 9	175.00	500.00	27.90	1.16	7.00
34	12-10	250.00	530.00	56.97	1.16	4.67
35	13-11	250.00	500.00	35.17	.72	1.80
36	0-12	150.00	530.00	3.88	.22	.44
37	0-13	150.00	500.00	5.71	.32	.83
38	10- 8	500.00	262.00	181.20	.92	.61

Таблиця В.14 – Результати ув’язки для режиму максимального водорозбору зі зміною опору магістралей на 40 %(Схема В)

e= .01000 nk= 13 ny= 38

вихідні дані

ny	ly	q	dt	m	ny	ly	q	dt	m	ny	ly	q	dt	m
1	100.00	10.50	150.00	c	2	288.00	14.07	120.00	c	3	278.00	24.62	200.00	c
4	513.00	14.59	200.00	c	5	396.00	4.36	100.00	c	6	620.00	4.36	150.00	c
7	904.00	9.73	90.00	c	8	565.00	77.36	300.00	c	9	601.00	61.15	300.00	c
10	580.00	250.10	300.00	c	11	750.00	16.41	150.00	c	12	900.00	188.70	500.00	c
13	942.00	40.42	250.00	c	14	513.00	60.64	250.00	c	15	457.00	118.10	350.00	c
16	452.00	46.29	200.00	c	17	581.00	30.86	200.00	c	18	540.00	58.68	250.00	c
19	620.00	39.12	150.00	c	20	262.00	33.80	200.00	c	21	350.00	70.52	250.00	c
22	1100.00	22.50	250.00	c	23	500.00	25.88	120.00	c	24	804.00	29.82	400.00	c
25	600.00	6.31	90.00	c	26	900.00	56.36	300.00	c	27	850.00	21.27	200.00	c
28	900.00	18.47	200.00	c	29	850.00	6.65	90.00	c	30	260.00	6.03	250.00	c
31	791.00	9.48	150.00	c	32	268.00	159.60	350.00	c	33	500.00	59.28	150.00	c
34	530.00	37.57	250.00	c	35	500.00	12.31	250.00	c	36	530.00	14.18	150.00	c
37	500.00	4.43	150.00	c	38	262.00	160.60	500.00	c	39	.00	.00	.00	

результати розрахунку

номер ділянки	код ділянки	діаметр труби,мм	довжина ділянки,м	витрата води,л/с	V ,м/с	втрати тиску,м
1	0- 1	150.00	100.00	19.97	1.13	1.63
2	8- 1	120.00	288.00	6.16	.54	1.63
3	1- 2	200.00	278.00	55.28	1.76	7.46
4	1- 3	200.00	513.00	17.66	.56	1.59
5	1- 0	100.00	396.00	5.11	.65	3.94
6	0- 1	150.00	620.00	13.83	.78	5.11
7	3- 0	90.00	904.00	2.81	.44	5.10
8	3- 5	300.00	565.00	64.47	.91	2.51
9	8- 2	300.00	601.00	71.58	1.01	3.24
10	2- 4	300.00	580.00	158.30	2.24	14.89
11	2- 3	150.00	750.00	11.18	.63	4.18
12	4-10	500.00	900.00	248.35	1.26	3.79
13	4- 6	250.00	942.00	68.97	1.41	12.07
14	7- 4	250.00	513.00	3.82	.08	.04
15	5- 4	350.00	457.00	66.79	.69	1.00
16	0- 5	200.00	452.00	45.94	1.46	8.38
17	5- 7	200.00	581.00	44.00	1.40	9.89
18	0- 7	250.00	540.00	71.47	1.46	7.43
19	7- 0	150.00	620.00	26.33	1.49	17.35
20	0- 6	200.00	262.00	10.68	.34	.33
21	6-12	250.00	350.00	79.75	1.62	5.99
22	6- 0	250.00	1100.00	45.62	.93	6.41
23	0-12	120.00	500.00	11.99	1.06	9.66
24	8- 9	400.00	804.00	7.99	.06	.02
25	0- 9	90.00	600.00	1.80	.28	1.53
26	10-11	300.00	900.00	78.19	1.11	5.72
27	12-13	200.00	850.00	37.70	1.20	10.62
28	11- 0	200.00	900.00	11.34	.36	1.25
29	13- 0	90.00	850.00	4.11	.65	9.56
30	0- 8	250.00	260.00	35.73	.73	.96
31	9- 0	150.00	791.00	17.59	1.00	10.17
32	10- 9	350.00	268.00	143.51	1.49	2.50
33	11- 9	150.00	500.00	21.37	1.21	9.21
34	12-10	250.00	530.00	59.44	1.21	5.04
35	13-11	250.00	500.00	39.58	.81	2.24
36	0-12	150.00	530.00	.29	.02	.01
37	0-13	150.00	500.00	6.97	.39	1.19
38	10- 8	500.00	262.00	182.32	.93	.62

Таблиця В.15 – Результати ув’язки для режиму максимального водорозбору зі зміною опору магістралей на 50 %(Схема В)

e= .01000 nk= 13 ny= 38

вихідні дані

ny	ly	q	dt	m	ny	ly	q	dt	m	ny	ly	q	dt	m
1	100.00	10.50	150.00	c	2	288.00	14.07	100.00	c	3	278.00	24.62	200.00	c
4	513.00	14.59	200.00	c	5	396.00	4.36	100.00	c	6	620.00	4.36	150.00	c
7	904.00	9.73	75.00	c	8	565.00	77.36	300.00	c	9	601.00	61.15	300.00	c
10	580.00	250.10	250.00	c	11	750.00	16.41	150.00	c	12	900.00	188.70	500.00	c
13	942.00	40.42	250.00	c	14	513.00	60.64	250.00	c	15	457.00	118.10	350.00	c
16	452.00	46.29	200.00	c	17	581.00	30.86	200.00	c	18	540.00	58.68	250.00	c
19	620.00	39.12	125.00	c	20	262.00	33.80	200.00	c	21	350.00	70.52	250.00	c
22	1100.00	22.50	250.00	c	23	500.00	25.88	100.00	c	24	804.00	29.82	400.00	c
25	600.00	6.31	75.00	c	26	900.00	56.36	300.00	c	27	850.00	21.27	200.00	c
28	900.00	18.47	200.00	c	29	850.00	6.65	75.00	c	30	260.00	6.03	250.00	c
31	791.00	9.48	150.00	c	32	268.00	159.60	350.00	c	33	500.00	59.28	125.00	c
34	530.00	37.57	250.00	c	35	500.00	12.31	250.00	c	36	530.00	14.18	150.00	c
37	500.00	4.43	150.00	c	38	262.00	160.60	500.00	c	39	.00	.00	.00	

результати розрахунку

номер ділянки	код ділянки	діаметр труби,мм	довжина ділянки,м	витрата води,л/с	V ,м/с	втрати тиску,м
1	0- 1	150.00	100.00	20.98	1.19	1.79
2	8- 1	100.00	288.00	4.60	.59	2.37
3	1- 2	200.00	278.00	61.69	1.96	9.30
4	1- 3	200.00	513.00	16.59	.53	1.42
5	1- 0	100.00	396.00	6.12	.78	5.49
6	0- 1	150.00	620.00	14.84	.84	5.81
7	3- 0	75.00	904.00	2.75	.62	12.09
8	3- 5	300.00	565.00	67.66	.96	2.74
9	8- 2	300.00	601.00	79.55	1.13	3.95
10	2- 4	250.00	580.00	123.94	2.52	23.99
11	2- 3	150.00	750.00	18.66	1.06	10.76
12	4-10	500.00	900.00	273.52	1.39	4.60
13	4- 6	250.00	942.00	83.21	1.70	17.56
14	7- 4	250.00	513.00	38.31	.78	2.16
15	5- 4	350.00	457.00	36.71	.38	.34
16	0- 5	200.00	452.00	49.07	1.56	9.56
17	5- 7	200.00	581.00	48.42	1.54	11.97
18	0- 7	250.00	540.00	79.02	1.61	9.08
19	7- 0	125.00	620.00	18.78	1.53	23.21
20	0- 6	200.00	262.00	2.02	.06	.02
21	6-12	250.00	350.00	88.68	1.81	7.41
22	6- 0	250.00	1100.00	58.32	1.19	10.13
23	0-12	100.00	500.00	8.22	1.05	11.95
24	8- 9	400.00	804.00	7.63	.06	.02
25	0- 9	75.00	600.00	1.98	.45	4.42
26	10-11	300.00	900.00	85.93	1.22	6.81
27	12-13	200.00	850.00	42.69	1.36	13.61
28	11- 0	200.00	900.00	17.31	.55	2.69
29	13- 0	75.00	850.00	2.89	.65	12.43
30	0- 8	250.00	260.00	35.18	.72	.94
31	9- 0	150.00	791.00	17.77	1.01	10.37
32	10- 9	350.00	268.00	145.09	1.51	2.55
33	11- 9	125.00	500.00	15.20	1.24	12.26
34	12-10	250.00	530.00	61.44	1.25	5.39
35	13-11	250.00	500.00	44.34	.90	2.76
36	0-12	150.00	530.00	3.48	.20	.37
37	0-13	150.00	500.00	8.19	.46	1.58
38	10- 8	500.00	262.00	183.54	.93	.63